

名城アジア研究

MEIJO ASIAN RESEARCH JOURNAL

2020.03

VOL.10 NO.1

名城アジア研究

2020.03 | Vol.10 No.1

● 目次

巻頭言	1 名城大学アジア研究センター紀要 10号刊行に寄せて	明石 康
学術論文	5 ベトナムの建設工事における再生骨材コンクリート技術の適用	Dinh Van Linh Nguyen Anh Duc 陶 宇洲 錦木 健二 道正 泰弘
	21 TRANSFORMATION IN STREET FOOD VENDING IN MODERNIZING BANGKOK: TRADING PATTERN, VENDOR AND PRODUCT	Montouch Maglumtong 福島 茂
	33 CREATING FLOW WITH THE SHORTER LEAD TIME ~SCCC (SUPPLY CHAIN CASH CONVERSION CYCLE) TO SUPPORT "PRODUCTIVITY REVOLUTION"	河田 信
	45 地方財政政策「減税基金」の効果に関する研究—愛知県のケースを中心に	李 嗣堯 呂 政諭
研究ノート	59 高エネルギー密度の全固体薄膜Li ⁺ イオン二次電池作製とLi ⁺ イオン移動の評価技術の確立に向けた取り組み	土屋 文 坂東 俊治 神藤 定生 Nutthanun Moolsradoo Winadda Wongwiryapan Chumphol Busabok
書評	65 BENDING ADVERSITY : JAPAN AND THE ART OF SURVIVAL	Philip Beech
	「名城アジア研究」投稿規則	

● CONTENTS

Foreword	1 ON THE OCCASION OF PUBLICATION OF MEIJO ASIAN RESEARCH JOURNAL 2020.3 VOL.10	Yasushi Akashi
Articles	5 APPLICATION OF RECYCLED AGGREGATE CONCRETE TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION WORK IN VIETNAM	Dinh Van Linh Nguyen Anh Duc Tao Yuzhou Kenji Nishikigi Yasuhiro Doshō
	21 TRANSFORMATION IN STREET FOOD VENDING IN MODERNIZING BANGKOK: TRADING PATTERN, VENDOR AND PRODUCT	Montouch Magluntong Shigeru Fukushima
	33 CREATING FLOW WITH THE SHORTER LEAD TIME ~SCCC (SUPPLY CHAIN CASH CONVERSION CYCLE) TO SUPPORT "PRODUCTIVITY REVOLUTION"	Makoto Kawada
	45 THE STUDY OF EFFECTIVENESS OF FISCAL POLICY "TAX REDUCTION FUND"—AICHI PREFECTURE'S CASES FOR EXAMPLE	Lee,Tzu-Yao Lu,Zheng-Yu
Research Note	57 FABRICATION OF ALL-SOLID-STATE THIN FILM LI⁺ ION SECONDARY BATTERY WITH HIGH ENERGY DENSITY AND ESTABLISHMENT OF ESTIMATION TECHNIQUE FOR LI⁺ ION MIGRATION	Bun Tsuchiya Shunji Bandow Sadanari Jindo, Nutthanun Moolsradoo Winadda Wongwiryapan Chumphol Busabok
Book Review	63 BENDING ADVERSITY : JAPAN AND THE ART OF SURVIVAL	Philip Beech
	Meijo Asian Research Journal Contribution Rules	

名城大学アジア研究センター紀要 10号刊行に寄せて

名城大学アジア研究センター 名誉センター長
明石 康

名城大学アジア研究センターは2006年に設立されて以来、「アジアの理解」、「アジアの持続可能な発展」を目標として、国内外の大学や研究者との学術・研究交流を活発に行い、アジアの研究拠点としてその役割を強化してきました。国際シンポジウムやセミナーをはじめ、研究成果を様々な形で公開し、広く国内外へ情報発信してきました。その成果の発信の一つの場である紀要「名城アジア研究」第10号がこのたび刊行される運びとなったことを、心から喜びたいと思います。

世界は、経済、社会、政治面での急激なグローバル化の反動のため、ポピュリズムとナショナリズムが蔓延しています。トランプ政権のアメリカ第一主義、孤立主義によってアメリカ自身が構築した戦後社会の均衡は大きく崩れ、欧州各国でもポピュリスト政党の台頭が見られます。イギリスによるEU離脱もグローバル化によって引き起こされた移民などが一因といえます。また、米中対立や北朝鮮非核化の停滞、中東におけるイランとサウジアラビアやイスラエルとの対立など国際関係が緊張を高めているのは疑えません。

日本も一部近隣諸国との摩擦が絶えません。元徴用工問題に端を発した韓国との対立が深まり、人の交流にも影響がみられました。日韓対立は両国の国益だけでなく、アジアの安定を損なうものです。北朝鮮の核・ミサイル・拉致問題も解決の道筋がまだみえません。ロシアとの領土問題も日口の主張が食い違い、不安定な関係が続きます。日本と中国には歴史問題や領土問題が介在するものの、関係全体の改善がみられ、それを着実に進めて行くことが必要です。

隣国との関係は、お互いに欠陥が見えすぎるので、常に難しいものですが、われわれは互いの違いを認め、相互理解を深め、共生を目指して努力するしかありません。アジアの国々は、そのもつ課題や問題を解決するためにも、常に学び合い、共通の利益を目指して協力していくしかありません。わが国は先導する一国となり、地域全体をより活性化し、平和で繁栄したアジア地域を創生すべく努めることが望まれます。

アジア研究の一拠点として、アジアの持続可能な成長と発展に寄与する、価値ある名城大学アジア研究センターの活動が、これから20年、40年の未来をめざして益々強化されることを心から祈ってやみません。

學術論文
Articles

ベトナムの建設工事における再生骨材コンクリート技術の適用 Application of recycled aggregate concrete technology for construction work in Vietnam

Dinh Van Linh ¹⁾, Nguyen Anh Duc ¹⁾, 陶 宇洲 ¹⁾, 錦木 健二 ¹⁾, 道正 泰弘 ²⁾

1)名城大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Technology, Meijo University

2)名城大学理工学部 Faculty of Science and Technology, Meijo University

要旨

21世紀初頭においてコンクリートは、世界的に水の次に消費される物質であり、都市環境の創造に必須のものである。コンクリートは適切な利用により、持続的な利用が可能である。一方で、ニーズの変化によっては、古いコンクリート構造物が解体されるとともに、多くのコンクリート塊が発生する。建設資材の資源循環を円滑に推進するためには、発生量が膨大なコンクリート塊を適切にリサイクルする必要がある。リサイクルを促進するためには、3つのコンセプトとして、①安全性と品質の保証、②環境負荷の低減、③費用の削減を達成する必要がある。

本研究は、ベトナムの建設工事におけるコンクリート塊の再資源化技術の開発と普及を目的に、低品質再生骨材の構造用コンクリートへの安定的な利用の実現について検討を行った。その結果、ベトナムにおいて低品質再生骨材を構造用コンクリートに使用する場合、再生骨材置換率の調整とともに国内規定が整備され、汎用的な混和材であるフライアッシュ、高炉スラグ微粉末の適正な利用により、日本の基準にも合致したレベルの品質を確保することが可能であることが判明した。

キーワード: ベトナム, コンクリート塊, 低品質再生骨材, フライアッシュ, 高炉スラグ微粉末

1. 研究目的

21世紀初頭においてコンクリートは、世界的に水の次に消費される物質であり、都市環境の創造に必須のものである。コンクリートは適切な利用により、持続的な利用が可能である。一方で、ニーズの変化によっては、古いコンクリート構造物が解体されるとともに、多くのコンクリート塊が発生する。建設資材の資源循環を円滑に推進するためには、発生量が膨大なコンクリート塊を適切にリサイクルする必要がある。リサイクルを促進するためには、3つのコンセプトとして、①安全性と品質の保証、②環境負荷の低減、③費用の削減を達成する必要がある。

本研究は、近年、経済発展を遂げているベトナム社会主義共和国（ベトナム）の建設工事におけるコンクリート塊の再資源化技術の開発と普及を目的とし、低品質再生骨材の構造用コンクリートへの安定的な利用の実現について検討を行った。具体的には、再生骨材置換率の調整に加え、フライアッシュ（FA）、高炉スラグ微粉末（BFS）といった汎用的な混和材の効果的な利用による低品質再生骨材コンクリートの品質改善について実験的検討を行った。

2. ベトナムにおける建設解体廃棄物の現状

図1にベトナムにおける建築物、土木構造物の解体から発生する廃棄物（建設解体廃棄物）のリサイクルフローを示す。また、コンクリート材料の主要規格を表1に示す。

(1) 建設解体廃棄物の処理に関する法制度

首都ハノイでは、約2,300～3,200t/日の建設解体廃棄物が発生していると推定される。その種類は、コンクリート塊、建設解体れんが（廃れんが）等が主体であり、その他、スクラップ（鉄）、アルミ、塩ビ管等が発生している。なお、スクラップ、アルミ、塩ビ管については、有価物としての市場が形成されており、再資源化されている¹⁾。建設解体廃棄物のリサイクルに関する法制度、グリーン調達に関する制度等は未整備である。現在、建設解体廃棄物は、その多くが再資源化されことなく、埋立処分あるいは沼地等の埋戻し材として利用されている。しかし、都市における処分地の不足や再開発による建設解体廃棄物の増加から、将来的に建設解体廃棄物の処理が問題になることは必然である。このことは、ベトナム建設省も重要な課題であることを認識している。具体的な対策として、建設解体廃棄物のリサイクル実証プラントを建設するとともに、リサイクル関連の法制度

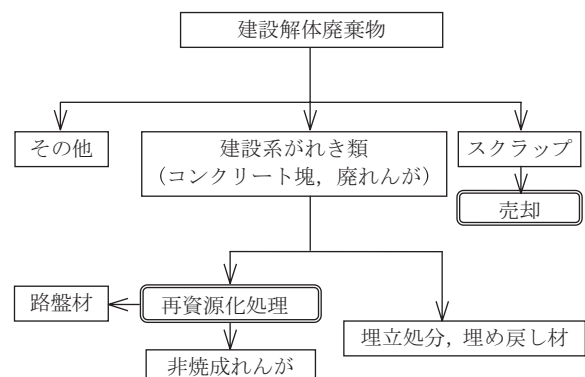


図1 ベトナムにおける建設解体廃棄物のリサイクルフロー²⁾

表1 ベトナムにおけるコンクリート材料の主要規格

項目	規格名
レディーミクストコンクリート	TCVN 9340:2012 ⁴⁾
コンクリート用再生粗骨材	TCVN 11969:2018 ⁶⁾
フライアッシュセメント	TCVN 10302:2014 ⁷⁾
コンクリート用フライアッシュ	
コンクリート用高炉スラグ微粉末	TCVN 11586:2016 ⁸⁾



写真1 ベトナムにおける再生砕石製造状況 (2019. 8)

整備や規・基準作成に動き始めており、建設解体廃棄物リサイクル事業の確立にむけて一定の素地を構築しつつあるといえる。

(2) 建設系がれき類のリサイクル

a. 建設系がれき類の特徴

ベトナムの古い構造物は、組石造が多く残っている。このため、コンクリート塊と廃れんがは分別されずに混合廃棄物として排出される。その後、破碎・分級工程を経て、製造段階に非焼成れんがの原料として、従来の焼成れんがの代替建材あるいは再生砕石として路盤材へ活用される。実際のコンクリート塊と廃れんがの混合廃棄物(建設系がれき類)の破碎・分級による再生砕石製造状況を写真1に示す。これによると、破碎・分級は日本製の機器が使用されており、製造方法は日本の現場内での再生砕石の製造とほぼ同様であるが、原材料はコンクリート塊と廃れんがの混合物である。なお、れんがについては、JIS A 5023 附属書 A (コンクリート用再生骨材 L) では、不純物となっており、上限値は 2.0% と規定されている。

表2 レディーミクストコンクリートの規格⁴⁾ (抜粋)

4.種類
4.1 コンシステンシーにより、レディーミクストコンクリートは3つのグループに分類される。
超硬練り-SC, 硬練り-C, 軟練り-D
レディーミクストコンクリートは、表 4.1 のようにマークされる。

表 4.1 コンシステンシーによる種類および区分

コンシステンシーによるクラス	コンシステンシーに応じて決定		
	VB(Vebe 試験) 値(sec)	柔軟性 (mm)	
		スランブ	フロー
超硬練りコンクリート			
SC	50 以上	-	-
硬練りコンクリート			
C4	31-50	-	-
C3	21-30	-	-
C2	11-20	-	-
C1	5-10	-	-
軟練りコンクリート			
D1	4 以下	10- 40	-
D2	-	45- 95	-
D3	-	100-150	-
D4	-	160-220	260-400

7. 受入れと適合性評価の原則
7.2 適合性評価
7.2.3 レディーミクストコンクリートは、以下の2つの条件を同時に満たす場合、要求グレードを達成しているとみなされる。
・1組(3個)の平均圧縮強度は、設計値以上とする。
・1個の圧縮強度は、設計値の85%以上とする。
7.2.4 レディーミクストコンクリートは、TCVN 5574:2012(圧縮強度試験方法)による圧縮強度に応じて、次の2つの条件を同時に満たす場合、要求グレードに達しているとみなされる。
a) 第1段階または圧縮強度の変動係数なしの場合
・1組(3個)の平均圧縮強度は、グレード値の1.3倍以上。
・1個の圧縮強度は、グレード値の1.1倍以上。
b) 圧縮強度の変動係数(v)を決定する場合
・1組(3個)の平均圧縮強度は下式の値以上とする。

$$\frac{B}{1-1.64v} (MPa)$$

ここに、B レディーミクストコンクリートグレード
B = M (1 - 1.64v)
M:レディーミクストコンクリートの圧縮強度(MPa)
v:変動係数
・1個の圧縮強度は下式の値以上とする。

$$\frac{0.85B}{1-1.64v} (MPa)$$

b. 非焼成れんがの製造

ベトナム建設省では、「2020年までの非焼成建材発展計画」の決定文書 576/QD-TTg 号³⁾を2010年に発行し、非焼成れんがの積極利用を推進する政策が示され、非焼成れんがの使用割合の目標を2015年までに20~25%、2020年までには30~40%に引き上げることとしている。建設解体廃棄物のうち、建設系がれき類を非焼成れんがが原料として利用する場合、製造工程として圧密工程を経ることになる。建設系がれき類のうち、コンクリート塊に対して強度の低い廃れんがが先行して破碎されることから、廃れんがの破碎物がコンクリート塊の破碎物の間に充填され、結果的に再生されたれんがとしての圧密性

表3 レディーミクストコンクリートの標準強度⁵⁾

種類 ^{※1}	コンクリート種類	コンクリートグレードの圧縮強度 (MPa) ^{※2}																			
		B1	B1.5	B2	B2.5	B3.5	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	
圧縮強度 (MPa)	重量コンクリート、普通コンクリート	-	-	-	-	2.7	3.6	5.5	7.5	9.5	11.0	15.0	18.5	22.0	25.5	29.0	32.0	36.0	39.5	43.0	
	軽量コンクリート	-	-	-	1.9	2.7	3.5	5.5	7.5	9.5	11.0	15.0	18.5	22.0	25.5	29.0	-	-	-	-	
	ポーラスコンクリート	0.95	1.4	1.9	2.4	3.3	4.6	6.9	9.0	10.5	11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
引張強度 (MPa)	重量コンクリート	-	-	-	-	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	
	普通コンクリート ^{※3}	Aグループ	-	-	-	-	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	-	-	-	
		Bグループ	-	-	-	-	0.26	0.40	0.60	0.70	0.85	0.95	1.15	1.35	1.50	-	-	-	-	-	
		Cグループ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50
	軽量コンクリート	密粒骨材	-	-	-	0.29	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.15	1.40	1.60	1.80	1.95	2.10	-	-	-	-
		ポーラス骨材	-	-	-	0.29	0.39	0.55	0.70	0.85	1.00	1.10	1.20	1.35	1.50	1.65	1.80	-	-	-	-
ポーラスコンクリート		0.14	0.21	0.26	0.31	0.41	0.55	0.63	0.89	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

※1 材齢28日 ※2 B:コンクリートグレード M:旧グレード ※3 Aグループ:自然硬化または水中養生。細骨材のF.M.が2.0をこえる。Bグループ:自然硬化または水中養生。細骨材のF.M.が2.0以下, Cグループ:オートクレープ養生

表4 レディーミクストコンクリートの静弾性係数(抜粋)⁵⁾

種類 ^{※1}	コンクリート種類 ^{※2} (普通コンクリート)	コンクリートグレードの圧縮強度 (MPa) ^{※3}																			
		B1	B1.5	B2	B2.5	B3.5	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	
初期静弾性係数: E_b (10 ³ MPa)	A	自然硬化	-	-	-	-	7.0	10.0	13.5	15.5	17.5	19.5	22.0	24.0	26.0	27.5	28.5	-	-	-	
		水中養生	-	-	-	-	6.5	9.0	12.5	14.0	15.5	17.0	20.0	21.5	23.0	24.0	24.5	-	-	-	
	B	自然硬化	-	-	-	-	6.5	9.0	12.5	14.0	15.5	17.0	20.0	21.5	23.0	-	-	-	-	-	
		水中養生	-	-	-	-	5.5	8.0	11.5	13.0	14.5	15.5	17.5	19.0	20.5	-	-	-	-	-	
	C	オートクレープ養生	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	18.0	19.5	21.0	22.0	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0

※1 材齢28日 ※2 Aグループ:自然硬化または水中養生。細骨材のF.M.が2.0をこえる。Bグループ:自然硬化または水中養生。細骨材のF.M.が2.0以下, Cグループ:オートクレープ養生 ※3 B:コンクリートグレード M:旧グレード

が高くなる事が期待されている。最終的には、最適な粒度を得るための破碎方法を検討する必要がある²⁾。

c. 路盤材としての活用

再生砕石としての活用においては、廃れんがが混入し強度が低下することが推測されるため、使い方の検討が必要となる。具体的には、道路路盤材としての活用に加え、杭引抜き工事等の埋め戻し材、管路の埋設材、路床材、路盤材等、性能に応じた広範な用途を検討することが必要となる。なお、利用にあたっては一定量の再生砕石の安定供給が条件となる。

(3) レディーミクストコンクリートの規格

ベトナムのレディーミクストコンクリートに関する規格であるTCVN9340:2012⁴⁾の抜粋を表2に示す。レディーミクストコンクリートは、コンシステンシーによって超硬練り、硬練り、軟練りの3つのグループに分類され、それぞれの分類に応じてVB試験値(vebe試験)、スランプおよびフローの規定値が設定されている。また、表3に示すように、JIS A 5308の呼び強度に相当する標準強度として、その種類および区分が規定されている⁵⁾。特徴として、コンクリートグレードは圧縮強度で示されるが、規定値は圧縮強度と引張強度の両方となっている。圧縮強度の範囲は、普通コンクリートでみると、2.7~43.0MPaとなっており、JIS A 5308の18~45に比べて低強度の範囲が細かく規定されている。このうち、構造用コンクリー

トは、B25(18.5MPa)~B60(43.0MPa)であり、日本とほぼ同様である。なお、B35~B7.5の範囲のものは、主にモルタル用、B10~B20はブロック用や捨てコンクリート用である。品質に関する規定は、JIS A 5308「5.2 強度」に相当する内容が規定されている⁴⁾。表4に静弾性係数に関する規定⁵⁾のうち、普通コンクリートに関する内容を示すが、養生方法ごとにコンクリートグレードの圧縮強度に対応した値が規定されている。

(4) コンクリート用骨材へのリサイクル

ベトナムにおいては、表5に示すように、コンクリート用再生粗骨材の規格(TCVN 11969:2018⁶⁾)が2018年に規定されている。種類はI種、II種の2種類となっており、I種では吸水率5%以下と日本工業規格(JIS)のコンクリート用再生骨材M(JIS A 5022 附属書A)に相当する。一方、再生粗骨材II種は吸水率が20%以下となっており、これはコンクリート塊のみでなく、廃れんがが多量に混入されたものが対象になっていると推察される。

(5) セメントおよび混和材

ベトナムで一般的に使用されている普通ポルトランドセメント(N)は、おおよそ日本のものとほぼ同様な品質である⁴⁾。FAは、同一規格(TCVN 10302:2014⁷⁾)の中に混和材として利用する場合とセメント用の2つの

表5 コンクリート用再生粗骨材の規格⁶⁾

No	品質項目	規定値	
		I種	II種
1	単位容積質量 (kg/m ³)	≥ 2300	≥ 1800
2	吸水率 (%)	5.0 ≥	20.0 ≥
3	微粒分量 (%)	2.0 ≥	3.0 ≥
4	粗骨材の破碎値 (ACV) と軟化係数の決定 (%)	20.0 ≥	30.0 ≥
5	ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり減量 (%)	50 ≥	50 ≥
6	ダスト量 (mass%)	0.5 ≥	1.0 ≥
7	その他不純物量 (mass%)	1.0 ≥	2.0 ≥
8	すり減り減量 (%)	35.0 ≥	
9	有機不純物	標準色より淡い ※1	
10	塩化物イオン量 (%)	0.01 ※2 ≥	
11	酸により溶かされた硫酸塩および亜硫酸塩(SO ₃ 規制) (%)	1.0 ≥	
12	アルカリシリカ反応性※3	化学法：健全な骨材のゾーンにあること※4	

※1 上記の規制に適合しない有機不純物を含む再生骨材においては、骨材中の有機不純物がコンクリートに必要な物理的性能を低下させないことが、試験結果により示された場合は使用できる。
 ※2 0.01%を超える塩化物イオン量の場合、Cl⁻量の合計が0.6kg/m³以下であればCl⁻が含まれる再生骨材を使用することは可能である。
 ※3 疑わしい場合、購入者の要求がある場合にチェックを行う。
 ※4 試験結果が潜在的に有害なエリアにある場合、無害であることを保証するためにはモルタルバー法による追加の試験が必要となる。再生骨材は、モルタルバー法による6か月間の長さ変化が0.1%未満であればアルカリシリカ反応は恐らく生じないと考えられる。

表6 混和材としてのFAの規格⁷⁾

項目	フライアッシュの種類※1	適用範囲※2			
		a種	b種	c種	d種
二酸化けい素含有量(%)	F	≥ 70			
	C	≥ 45			
SO ₃ (%)	F	3 ≥	5 ≥	3 ≥	3 ≥
	C	5 ≥	5 ≥	6 ≥	3 ≥
CaO (%)	F	—	—	—	—
	C	2 ≥	4 ≥	4 ≥	2 ≥
有害なアルカリ含有量(%)	F, C	1.5 ≥			
湿分(%)	F	3 ≥			
	C	3 ≥			
強熱減量(%)	F	12 ≥	15 ≥	8 ≥※3	5 ≥※3
	C	5 ≥	9 ≥	7 ≥	5 ≥
粉末度 網ふるい方法(%) (45μmふるい残分)	F, C	25 ≥	34 ≥	40 ≥	18 ≥
	F	≥105	≥105	≥100	≥105
フロー値比(%)	F, C	0.1 ≥	—	—	0.1 ≥
自然放射能濃度 Aeff (Bq/kg)					
住宅および公共工事	370 ≥				
工業工事, 都市道路工事	740 ≥				

※1 F:酸性, C:アルカリ性 ※2 a種:構造用コンクリート用 b種:鉄筋補強をしないコンクリート用, c種:プレキャストコンクリート用, d種:特殊な条件下で使用する構造用コンクリート用 ※3 受け入れは購入者の合意もしくは 実験結果による。

規定がある。また、FAのpHにより、酸性(F)とアルカリ性(C)で区分されている。表6に示すように、混和材としてのFAは、さらに適用範囲でa~dの4種類に区分されている。JIS A 6201と比較すると内容は異なるが、

日本で最も多く使用されているII種と比較すると、二酸化けい素含有量、湿分は上限値が大きいが、他の品質は区分Cのうち、構造用コンクリートに使用するための適用範囲a種および特殊条件での構造用コンクリートに使用する適用範囲d種が規定内であると思われる。なお、セメント用FAについては、表7に示すように、混和材と同様、F、Cに区分されているが、II種に比べて強熱減量がやや大きいが、湿分および活性度指数は同じ範囲内である。

表8にBFSの規格(TCVN 11586:2016⁸⁾)を示すが、JIS A 6206と比較すると全く同じ内容となっており、S60が高炉スラグ微粉末3000、S75が高炉スラグ微粉末4000、S95が高炉スラグ微粉末6000、S105が高炉スラグ微粉末8000にそれぞれ対応している。

表7 セメント用FAの規格⁷⁾

項目	フライアッシュの種類※1	
	F	C
強熱減量(%)	8 ≥※2	6 ≥
SO ₃ (%)	3.5 ≥	5 ≥
CaO (%)	1.0 ≥	3.0 ≥
有害なアルカリ含有量 (%)	1.5 ≥	
湿分(%)	1.0 ≥	
活性度指数(材齢28日)(%)	≥ 75	
自然放射能濃度 Aeff (Bq/kg)	370 ≥	

※1 F:酸性, C:アルカリ性 ※2 受け入れは購入者の合意もしくは 実験結果による。

表8 BFSの規格⁸⁾

項目	品質種類			
	S60	S75	S95	S105
密度(g/cm ³)	≥ 2.8			
比表面積(cm ² /g)	≥ 2750	≥ 3500	≥ 5000	≥ 7000
活性度指数 (%)	材齢7日	—	≥ 55	≥ 75
	材齢28日	≥ 60	≥ 75	≥ 95
	材齢91日	≥ 80	≥ 95	—
フロー値比(%)	≥ 95	≥ 95	≥ 90	≥ 85
湿分(%)	1.0 ≥			
MgO (%)	10.0 ≥			
SO ₃ (%)	4.0 ≥			
Cl ⁻ (%)	0.02 ≥			

3. 実験概要

2.で調査した結果、ベトナムのN、BFSはJISと同様、一方、FAについては、一部JISのほぼ規定値内であった。再生骨材については、廃れんがが混入していなければ再生粗骨材M相当であることが判明した。

本検討では、セメント、混和材、骨材について日本の材料を使用して、モルタル試験およびコンクリート試験による実験的検討を行った。モルタル試験では主に混和材の効果を確認することとし、コンクリート試験では、ベトナムの規格と日本の規格を比較し、総合的な評価を行った。なお、ベトナムでは、再生粗骨材のみが規定されているが、将来的なことを考慮し、再生細骨材の利用についても検討を行った。対象とする再生骨材は、経済性

を考慮して再生骨材Lを使用することとし、JIS A 5308 附属書 A に適合する骨材（普通骨材）と混合使用する再生骨材コンクリートMの製造を条件とした。

3-1 使用材料

表9に使用したセメントおよび混和材の主要品質を、表10に原コンクリートの概要を、表11に使用した骨材の品質を示す。

(1) セメントおよび混和材

セメントは普通ポルトランドセメント(N, JIS R 5210)、混和材は、フライアッシュII種(FAII, JIS A 6201)、高炉スラグ微粉末4000(BFS, JIS A 6206)を用いた。

(2) 骨材

普通細骨材は川砂(NS1, NS2) および硬質砂岩砕砂(CS)を、普通粗骨材には硬質砂岩砕石2005(NG1, NG2)を用いた。再生骨材L(RLS1, RLS2, RLG)は異なる原コンクリートからの発生物をそれぞれ再生骨材製造工場A, Bにおいて破碎・分級等により製造されたものである。なお、A工場では、原コンクリートをそのままコンクリート用骨材として破碎・分級して製造した。一方、B工場では、別の工場で製造された再生砕石(0-40mm)を搬入し、再生骨材を製造した。再生骨材製造プラント(B工場)の外観を写真2に示す。

RLS1の品質は、絶乾密度1.95g/cm³、吸水率12.31%、微粒分量5.4%、不純物量の合計は0.16%であった。RLS2の品質は、絶乾密度2.14g/cm³、吸水率8.45%、微粒分量5.5%、不純物量の合計は0.02%である。RLGは、吸水率5.34%、微粒分量1.0%、不純物量の合計は0.2%であり、いずれもJIS A 5023 附属書 A の規定を満足する。なお、いずれもアルカリシリカ反応性の区分はBであった。

3-2 調合

表12にモルタルの調合概要を、表13にコンクリートの調合概要を示す。

(1) モルタル試験

水結合材比は50%一定とし、再生細骨材Lの置換率を0%、25%、50%、75%、100%の5水準に変化させた。単位水量は、試練りにより、川砂(NS1, NS2)を用いたものは245kg/m³、砕砂(CS)を用いたものは270kg/m³一定とした。なお、再生細骨材Lを100%置換したものは、それぞれ同一材料を使用した基準調合(N-NS-50, N-CS-50)にあわせた。混和材の使用は、FAIIの置換率をセメント置換(内割)でフライアッシュセメントB種(FB)相当⁹⁾の15%、C種(FC)相当⁹⁾の30%、FAIIは、結合材としての性能は考慮せず細骨材の一部と置き換えて使用する砂代替(外割)でN+FAIIの20%としたものに加え、外割と内割を併用した水準を用意した。BFSについては、それぞれ高炉

セメントB種(BB)、C種(BC)相当¹⁰⁾の40%、70%とした。これらから合計35種類の試料モルタルを用意した。目標フロー値は190±20mm、目標空気量は4.5±1.5%とした。

試験体の作製は、JIS R 5201に基づき練り混ぜた。練混ぜ後は、圧縮強度試験体についてはJIS A 5308 附属書 C (B法)に基づき、5φcm×10cmの試験体を各4本、促進中性化試験体は、JIS A 1129-3 附属書 A によりモルタル供試体成形用型(JIS R 5201 11.2.2)を用いて、4cm×4cm×16cmの試験体を各3本作製した。

表9 本研究で用いたセメントおよび混和材の主要品質

項目	N	FAII	BFS
密度(g/cm ³)	3.16	2.29	2.91
ブレン値(cm ² /g)	-	3570	-
比表面積(cm ² /g)	3300	-	4260
湿分(%)	-	0.5≥	-
メチレンブルー吸着量(mg/g)	-	0.23	-
SiO ₂ (%)	-	60.1	-
Al ₂ O ₃ (%)	-	22.37	-
Fe ₂ O ₃ (%)	-	6.07	-
CaO(%)	-	4.18	-
MgO(%)	1.49	1.69	5.70
SO ₃ (%)	2.13	-	2.09
Cl ⁻ (%)	0.011	-	0.004
強熱減量(%)	2.29	1.8	0.08
91日活性度指数(%)	-	-	116
フロー値比(%)	-	-	100

表10 原コンクリートの概要

種類	原コンクリート*	工場	製造方法
再生細骨材L:RLS1	建築物基礎	A	破碎・分級
再生粗骨材L:RLG			
再生細骨材L:RLS2	住宅基礎	B	

*マニュフェストおよび製造工場へのヒヤリングにより確認した。



写真2 再生骨材製造プラント外観(B工場)

表11 使用した骨材の品質*

品質項目	試験方法	NS1	NS2	CS	NG1	NG2	RLS1	RLS2	RLG
絶乾密度(g/cm ³)	JIS A 1109	2.56	2.59	2.61	2.65	2.63	1.95	2.14	2.29
吸水率(%)	JIS A 1110	1.67	1.24	0.88	0.65	0.94	12.31	8.45	5.34
	JIS A 1102	2.42	2.61	2.63	6.65	6.69	3.29	3.37	6.49
粗粒率(F.M.)	JIS A 1103	2.9	4.6	3.3	0.8	0.3	5.4	5.5	1.0
微粒分量(%)	JIS A 1104	65.3	65.9	66.6	60.8	63.7	64.1	65.2	60.9
実積率(%)	JIS A 5005						60.0	60.3	60.0
粒形判定 実積率(%)	A						0.14	0	0.1
	B						0	0	0
	C						0.02	0.02	0.1
	D						0	0	0
	E						0	0	0
	F						0	0	0
	G						0	0	0
不純物量(mass%)	合計						0.16	0.02	0.2

*NS1, NS2: 掛斐川産川砂, CS: 新城産硬質砂岩砕砂, NG1, NG2: 春日井産硬質砂岩砕石

表 12 各種モルタルの調査概要

種類	調査条件				単体量(kg/m ³)										混和剤(B×%)			
	結合材種類	混和材置換率(%)		再生細骨材置換率(%)	W/B (%)	W	C	FAII (内割)	BFS	NS1	CS	RLS1	RLS2	FAII (外割)	AE 減水剤*1	空気量調整剤*2		
		内割	外割															
N-NS-50	N			0	50	245	490			1443	-	-	-		0.20			
N-CS-50				0		270	540			-	1352	-	-		0.30			
N-RLS150-50				50		245	490			720	-	616			0.20			
N-RLS250-50				50		270	540			-	676	-	596		0.30			
N-RLS1100-50				100		245	490			-	-	1232	-		0.20			
N-RLS2100-50				100		270	540			-	-	-	1193		0.30			
FA15-NS-50	N,FAII	15	-	0	50	245	417	74		1420	-	-	-		0.35			
FA15-CS-50				0		270	459	81		-	1327	-	-		0.70			
FA15-RLS150-50				50		245	417	74		710	-	606	-		0.18			
FA15-RLS250-50				50		270	459	81		-	663	-	585		0.70			
FA15-RLS1100-50				100		245	417	74		-	-	1212	-		0.18	-		
FA30-NS-50				30		-	0	245	343	147		1397	-	-	-		0.30	
FA30-CS-50		0	270				378	162		-	1301	-	-		0.90			
FA30-RLS125-50		25	245				343	147		1048	-	298	-		0.15			
FA30-RLS150-50		50	245				343	147		698	-	596	-		0.15			
FA30-RLS250-50		50	270				378	162		-	650	-	574		0.90			
FA30-RLS175-50		75	245				343	147		349	-	895	-		0.15			
FA30-RLS1100-50		100	245	343		147		-	-	1193	-		0.15					
FS20-CS-50		-	20	0		270	540	-		-	1062	-	-		0.90			
FS20-RLS250-50				50		270	540	-		-	464	-	528		0.90			
FS20-RLS2100-50				100		270	540	-		-	-	1056	-		0.90			
FA15FS20-CS-50				15		20	0	270	459	81		-	1036	-	596	135	0.85	0.004
FA15FS20-RLS250-50							50	270	459	81		-	451	-	517		0.85	0.004
FA30FS20-CS-50							30	20	0	270	378	162		-	1011	-	-	
FA30FS20-RLS250-50	50	270	378	162		-			438	-	505		0.70	0.006				
BFS40NS-50	N,BFS	40		0	245	294			196	1429	-	-	-		0.20			
BFS40-CS-50				0	270	324			216	-	1337	-	-		0.40			
BFS40-RLS150-50				50	245	294			196	714	-	610	-		0.20			
BFS40-RLS250-50				50	270	324			216	-	668	-	590		0.40			
BFS40-RLS1100-50				100	245	294			196	-	-	1220	-		0.20			
BFS70-NS-50				70		0	245	147			343	1419	-	-	-		0.30	
BFS70-CS-50		0	270			162			378	-	1325	-	-		0.70			
BFS70-RLS150-50		50	245			147			343	709	-	606	-		0.20			
BFS70-RLS250-50		50	270			162			378	-	663	-	584		0.70			
BFS70-RLS1100-50		100	245			147			343	-	-	1211	-		0.20			

※1:変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸系化合物の複合体を用いた。※2:樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤を用いた。

(2) コンクリート試験

水結合材を 55% 一定とし、RLG の置換率を 0%, 25%, 50%, 75%, 100% の 5 水準、RLS の置換率を 0%, 25%, 50%, 75%, 100% の 5 水準に変化させた。結合材は N のみを使用したコンクリートを 15 種類、BFS を N に対して BB 相当の 40% 置換した 10 種類とした。

「フライアッシュを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説」⁹⁾ においては、FAII によるアルカリシリカ反応 (ASR) の抑制対策は、FB 相当の 15% 以上の使用、砂代替は、単体量を 80kg/m³ 以上使用することで、十分な ASR の抑制効果が期待できるとされているが、本検討では、砂代替としての利用において国土交通大臣認定で実績¹¹⁾ のある使用量として N+FAII に対して砂代替の外割として 20% 置換した 10 種類、合計 35 種類の試料コンクリートを用意した。

単体量は 175kg/m³ を基準としたが、BFS を用いた

ものは試し練りにより 2% 低減させた。化学混和剤には変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸系 AE 減水剤 (高機能タイプ) を使用した。空気量調整剤には樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤を、消泡剤にはポリエーテル系抑泡剤を用いた。なお、FAII を用いたコンクリートについては、AE 剤として、高級脂肪酸塩と非イオン系界面活性剤を使用した。いずれも目標スランプは 18 ± 2.5cm、目標空気量は 4.5 ± 1.5% とした。

3-3 試験項目および試験方法

試験項目および試験方法を表 14 に示す。

(1) モルタル試験

フレッシュ性状は、フロー値、空気量、単位容積質量、温度および塩化物含有量を測定した。硬化性状は、圧縮強度、静弾性係数および促進中性化深さを測定した。

表 13 各種コンクリートの調査概要

種類	調査条件				単位量(kg/m ³)										混和剤(B×%) ^{※1}					
	結合材の種類	混和材使用量	置換率(%)	W/B s/a (%)	W	C	BFS	NS1	NS2	NG1	NG2	RLS1	RLG	FAII (外割)	AE 減水剤	FA 用 AE 剤	空気量調整剤	消泡剤		
NGNS-55 ^{※2}	N	—	0	0	46.3	175	318	-	824	974	-	-	-	80	1.00		0.002	0		
NGRLS25-55				25				-	618	974	-	175	-		1.00		0.002	0.0005		
NGRLS50-55				50				-	412	974	-	349	-		1.00		0.002	0.0005		
NGRLS75-55				75				-	206	974	-	524	-		1.00		0.003	0.0005		
NGRLS100-55 ^{※2}			100	-				-	974	-	698	-	1.00		0.002		0			
RLG25NS-55			25	0				824	-	731	-	-	220		1.00		0.002	0.0005		
RLG25RLS25-55				25				-	618	731	-	175	220		1.00		0.002	0.0005		
RLG25RLS50-55				50				-	412	731	-	349	220		1.00		0.002	0.0005		
RLG25RLS75-55 ^{※2}				75				-	206	731	-	524	220		1.00		0.002	0		
RLG50NS-55				50				0	-	824	487	-	-		440		1.00	0.002	0.0005	
RLG50RLS25-55								25	-	618	487	-	175		440		1.00	0.002	0.0005	
RLG50RLS50-55 ^{※2}								50	-	412	487	-	349		440		1.00	0.002	0	
RLG75NS-55								75	0	-	824	244	-		-		659	1.00	0.002	0.0005
RLG75RLS25-55 ^{※2}			25	-					618	244	-	175	659		1.00		0.002	0		
RLG100NS-55 ^{※2}			100	0					-	824	-	-	-		879		1.00	0.002	0	
FANGNS-55 ^{※2}			N,FAII	FAII=(N+FAII)×20%					0	0	55	43.4	175		318		-	733	974	-
FANGRLS50-55 ^{※2}	50	-			367	974	-	311		-				1.00		0.3	-	0.0005		
FANGRLS100-55 ^{※2}	100	-			-	974	-	621		-				1.00		0.3	-	0.0005		
FARLG25NS-55	25	0			-	733	731	-		-				220		1.00	0.3	-	0.0005	
FARLG25RLS75-55		75			-	183	731	-	466	220				1.00		0.3	-	0.0005		
FARLG50NS-55 ^{※2}		50			0	-	733	487	-	-				440		1.00	0.3	-	0.0005	
FARLG50RLS50-55 ^{※2}					50	-	367	487	-	311				440		1.00	0.3	-	0.0005	
FARLG75NS-55					75	0	-	733	244	-				-		659	1.00	0.3	-	0.0005
FARLG75RLS25-55						25	-	550	244	-				155		659	1.00	0.3	-	0.0005
FARLG100NS-55 ^{※2}	100	0			-	733	-	-	-	879				1.00		0.3	-	0		
BFSNGNS-55 ^{※2,※3}	N, BFS	BFS=N×40%	0	0	46.4	172	188	125	-	827	974	-	-	-	1.00		0.002	0		
BFSNGRLS50-55				50					788	-	-	1017	-	-	1.00		0.002	0		
BFSNGRLS100-55 ^{※2,※3}				100					-	-	974	-	701	-	1.00		0.002	0.0005		
BFSRLG25NS-55				25					0	-	827	731	-	-	220		1.00	0.002	0.0005	
BFSRLG25RLS75-55			75						-	207	731	-	526	220	1.00		0.002	0.0005		
BFSRLG50NS-55			50						0	-	827	487	-	-	440		1.00	0.002	0.0005	
BFSRLG50RLS50-55 ^{※2,※3}									50	-	414	487	-	351	440		1.00	0.002	0.0005	
BFSRLG75NS-55									75	0	394	-	508	351	440		1.00	0.002	0	
BFSRLG75RLS25-55										25	-	827	244	-	-		659	1.00	0.002	0.0005
BFSRLG100NS-55 ^{※2}			100	0					-	621	244	-	175	659	1.00		0.002	0.0005		
BFSRLG100NS-55 ^{※2}	100	0	-	827	-	-	-	879	1.00	0.002	0									

※1:AE減水剤(高機能タイプ):変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸系, FAII用AE剤:高級脂肪酸塩と非イオン系界面活性剤, 空気量調整剤:樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤, 消泡剤:ポリエーテル系抑泡剤 ※2:凍結融解試験を実施 ※3:下段は経時変化の検討用調査

(2) コンクリート試験

フレッシュ性状は、スランプ、空気量、単位容積質量、コンクリート温度および塩化物含有量の測定を、硬化性状では、圧縮強度、静弾性係数、長さ変化、促進中性化および凍結融解の諸試験を実施した。

4. 実験結果

各種モルタルのフレッシュ性状を表15に、圧縮強度および静弾性係数試験結果を図2に、促進中性化試験結果を図3に示す。

4-1 モルタル試験

4-1-1 フレッシュ性状

(1) フロー値および空気量

AE減水剤は、結合材質量の0.2～0.9%の範囲で使用した。また、FAIIを内割と外割で併用したものは、空気量調整剤を内割の置換率15%、30%に対して、それぞれ0.004%、0.006%で使用した。これによりフロー値、空気量ともに全ての試験体で目標値を満足した。

(2) 単位容積質量

単位容積質量は、付着モルタル、付着ペーストの影響により再生細骨材Lの置換率が増加するのに伴い小さくなる。

表 14 試験項目および試験方法

種類	試験項目	試験方法	備考		
モルタル	フレッシュ性状	フロー値	JIS R 5201	-	
		空気量	JIS A 1128 準拠	容器は 1000ml	
		単位容積質量	JIS A 1116		
		温度	JIS A 1156		
		塩化物含有量	JASS 5 T-502	電極電流測定法	
	硬化性状	圧縮強度	JIS A 5308 附属書 C	材齢 1 週, 4 週, 13 週	
		静弾性係数	コンプレッソメータ		
		促進中性化	JIS A 1154 準拠		
	コンクリート	フレッシュ性状	スランプ	JIS A 1101	BFS を用いた一部でスランプ, 空気量の経時変化を測定。
			空気量	JIS A 1128	
単位容積質量			JIS A 1116		
温度			JIS A 1156		
塩化物含有量			JIS A 5308 JASS 5 T-502	電極電流測定法	
硬化性状		圧縮強度	JIS A 1108	材齢 4 週, 13 週	
		静弾性係数	JIS A 1149	材齢 4 週, 13 週	
		長さ変化率	JIS A 1129-3	材齢 26 週まで	
		促進中性化深さ	JIS A 1154		
		耐久性指数	JIS A 1127 JIS A 1148	A 法	

表 15 各種モルタルのフレッシュ性状

種類	フロー値 (mm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m ³)	温度 (°C)	塩化物含有量 (kg/m ³)
N-NS-50	175	4.5	2275	21.1	0.04
N-CS-50	173	4.9	2308	25.1	0.06
NRLS150-50	197	6.0	2090	21.1	0.12
N-RLS250-50	185	4.1	2181	23.0	0.07
N-RLS1100-50	200	3.4	1990	21.1	0.14
N-RLS2100-50	201	6.0	1994	25.4	0.07
FA15-NS-50	173	4.3	2210	17.1	0.03
FA15-CS-50	188	4.4	2248	18.6	0.05
FA15-RLS150-50	175	4.0	2190	16.5	0.04
FA15-RLS250-50	201	5.4	2134	19.9	0.06
FA15-RLS1100-50	206	5.8	2060	16.9	0.02
FA30-NS-50	174	4.6	2290	16.9	0.02
FA30-CS-50	199	5.5	2213	19.2	0.08
FA30-RLS125-50	193	4.5	2160	14.9	0.03
FA30-RLS150-50	175	3.8	2190	16.1	0.02
FA30-RLS250-50	197	6.0	2090	18.2	0.05
FA30-RLS175-50	201	3.0	2130	16.1	0.05
FA30-RLS1100-50	205	3.2	2080	16.0	0.02
FS20-CS-50	184	3.1	2260	18.6	0.02
FS20-RLS250-50	198	4.0	2155	19.3	0.06
FS20-RLS2100-50	175	3.8	2108	20.3	0.08
FA15FS20-CS-50	189	4.6	2188	20.2	0.05
FA15FS20-RLS250-50	193	4.7	2117	19.8	0.06
FA30FS20-CS-50	209	3.2	2206	19.7	0.05
FA30FS20-RLS250-50	193	4.7	2129	19.8	0.06
BFS40NS-50	191	3.4	2332	23.5	0.04
BFS40-CS-50	185	3.7	2293	19.5	0.04
BFS40-RLS150-50	196	3.2	2236	23.6	0.02
BFS40-RLS250-50	194	4.0	2197	19.9	0.06
BFS40-RLS1100-50	187	4.7	2274	23.5	0.02
BFS70-NS-50	172	5.6	2212	26.1	0.08
BFS70-CS-50	192	5.6	2221	23.7	0.09
BFS70-RLS150-50	175	4.6	2121	24.8	0.09
BFS70-RLS250-50	188	6.0	2131	24.7	0.07
BFS70-RLS1100-50	195	4.8	2281	21.2	0.06

(3) モルタル温度

試料モルタルは 10 月から 1 月中旬に作製したが, 14.9 ~ 25.4℃の範囲にあった。

(4) 塩化物含有量

塩化物含有量は, 全体的に再生細骨材 L の置換率が増加するのに伴い増加する傾向がみられた。一方, 混和材の影響は明確にはみられない。

4-1-2 硬化性状

(1) 圧縮強度

図 2 より圧縮強度は, 再生細骨材 L を用いた場合, 再生細骨材置換率の増加に伴い圧縮強度は低下する傾向がみられた。圧縮強度の発現傾向は, 再生細骨材 L の置換率が大きくなるほど材齢に伴う強度の発現も小さくなる傾向がみられた。混和材の影響は, 4 週から 13 週にかけての強度発現の傾向でみると, 置換により長期強度は増加する傾向がみられた。特に, FAII を外割で使用したものは, モルタル内での結合材の総量が増えることから, 強度発現の程度は大きくなる。一方, FB, FC 相当で置換した場合は, 再生細骨材 L の置換率が大きくなるのに伴い強度発現も小さくなり, 混和材による長期強度の増進効果は小さくなる傾向がみられた。

(2) 静弾性係数

図 2 より静弾性係数は, 再生細骨材 L を用いた場合, 圧縮強度と同様, 再生細骨材置換率の増加に伴い静弾性係数は低下する傾向がみられた。混和材の影響は, 4 週から 13 週の増加傾向でみると, FA を N+FAII の 20% と比較的多く混入した場合でも, 影響はみられない。一方, BFS を BB, BC 相当としてセメント質量の 40%, 70% で置換した場合では, それぞれ一定の増加が得られる傾向がみられた。

(3) 促進中性化

促進中性化の測定は材齢 26 週まで実施したが, 材齢 4 週時で完全に中性化していた試験体が 1 試験体 (BFS70-RLS1100-50), 材齢 8 週時で 5 試験体 (FA30-RLS150-50, FA30-RLS175-50, FA30-RLS1100-50, BFS40-RLS1100-50, BFS70-RLS150-50) であったことから, 材齢 8 週時の中性化速度係数により検討を行った。なお, 材齢 4 週時あるいは 8 週時で完全に中性化していた試験体については, 完全に中性化した時期が特定できないため, それぞれ材

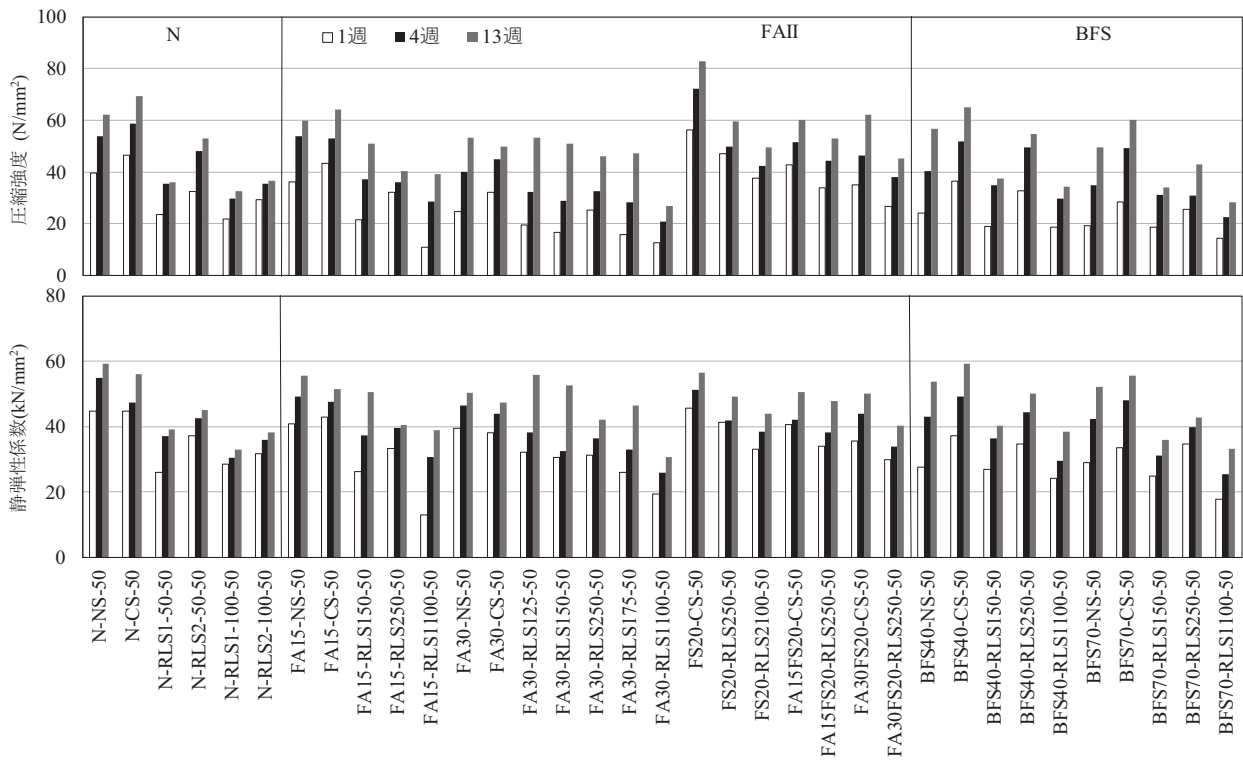


図2 各種モルタルの圧縮強度および静弾性係数

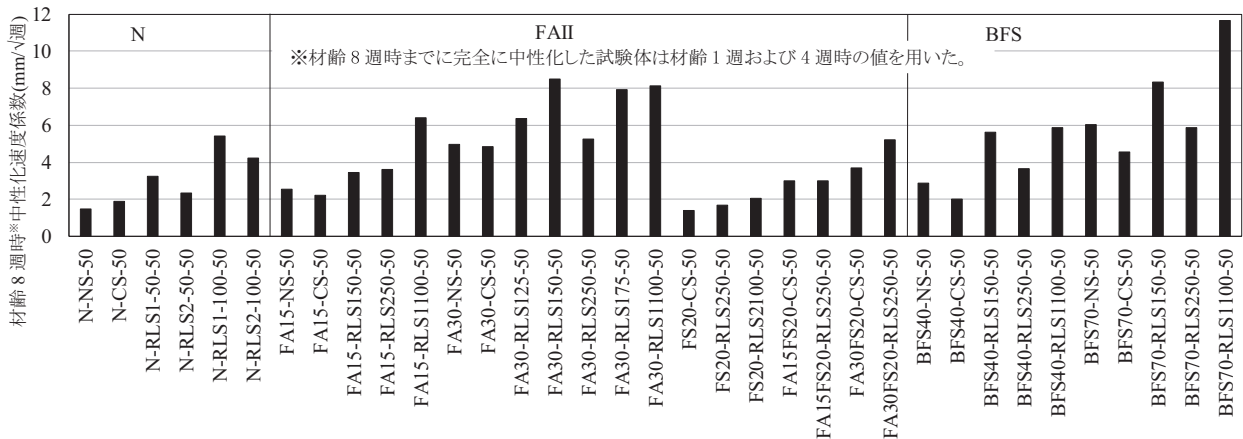


図3 各種モルタルの中性化速度係数

齢1週時, 4週時の値を用いた。

図3より, 材齢8週時までの中性化速度係数は, Nを用いた場合でみると, 相対的にRLS1, RLS2の置換率増加に伴い大きくなる傾向がみられた。混和材の影響は, Nに比べてFAII, BFSをB種相当で用いた場合は, やや大きくなる程度であるが, C種相当で用いた場合は2倍程度となる。一方, FAIIを外割で用いたものは比較的

小さくなる傾向がみられた。

図4は圧縮強度と中性化速度係数の関係を示したものである。これによると, N, FAII, BFSのいずれも圧縮強度の増加に伴い中性化速度係数は小さくなる。特に, FAIIを砂代替に用いた場合, 結果的に結合材量が増加し, 圧縮強度が大きくなることから中性化速度を遅くすることが可能である。

4-2 コンクリート試験

4-2-1 フレッシュ性状

各種コンクリートの練上がり時のフレッシュ性状試験結果を表16に示す。

(1) スランプおよび空気量

AE減水剤はいずれのコンクリートにおいても結合材質量の1%とし、NおよびBFSを用いたコンクリートでは、空気量調整剤を結合材に対して0.002~0.003%を使用した。再生骨材Lを用いたコンクリートのうち、エントラップドエアが比較的多く取り込まれる可能性のあるものは、消泡剤を結合材質量に対して0.0005%を使用した。なお、FAIIを用いたコンクリートはFA用AE剤を結合材質量に対して0.2~0.3%を使用した。これらにより、全ての試験体において目標スランプおよび目標空気量の範囲が得られた。骨材修正係数は、再生粗骨材Lを用いた場合で0.2~0.6%、再生細骨材Lを用いた場合で、0.3~0.8%であり、再生骨材置換率が増加するのに伴い大きくなる。

(2) 塩化物含有量

再生骨材コンクリートの塩化物含有量は、JIS A 5023:2012(再生骨材Lを用いたコンクリート)に基づき算定した。全体的に再生骨材Lの置換率が増加するのに伴い大きくなる傾向がみられるが、全ての試験体でJIS A 5308の規制値である0.30kg/m³以下を満足した。

(3) 単位容積質量

再生骨材コンクリートの単位容積質量は、付着モルタル、付着ペーストの影響により密度の小さい再生骨材の置換率が大きくなるのに伴い減少する傾向がみられる。

(4) コンクリート温度

試料コンクリートは8月中旬から1月中旬に打込んだが、いずれの試験体も35℃を下回った。

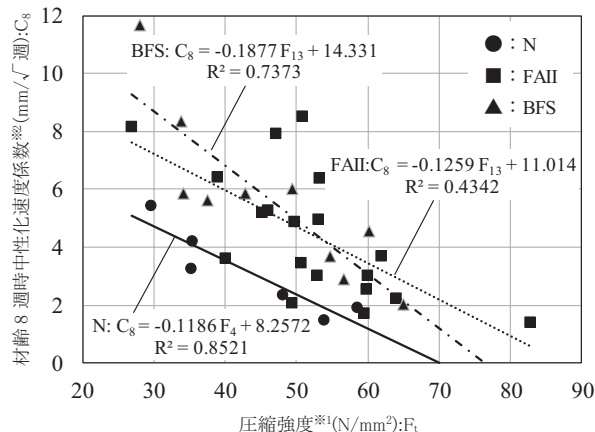
4-2-2 硬化性状

(1) 圧縮強度

図5より圧縮強度は、再生骨材の置換率の影響が明確にみられた。全体的に再生骨材の置換率の増加に伴い圧縮強度は低下する傾向がみられ、特に、RLSを50%以上混入したものはその傾向が顕著である。材齢4週から13週までの強度発現傾向は、Nについては、再生骨材置換率の増加に伴い低下する傾向がみられた。FAIIを砂代替で用いた場合、Nに対して材齢4週時から材齢13週時にかけての強度発現が大きくなり、FANGNS-55では50N/mm²を上回った。一方、BFSをBB相当で用いた場合、材齢4週時はNに対して小さくなるものの13週時ではほぼ同

等である。

これらから、再生細骨材Lの置換率が大きい場合でも混和材の使用により、長期強度の低下を小さくできる。



※1:Nは材齢4週時, FAII, BFSは材齢13週時の結果を示す。※2:材齢8週時までに完全に中性化した試験体は材齢1週, 4週時の値を用いた。

図4 圧縮強度と中性化速度係数の関係

表16 各種コンクリートのフレッシュ性状

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)※2	単位容積質量 (kg/m ³)	温度 (°C)	塩化物含有量 (kg/m ³)※2
NGNS-55	18.5	4.0(0.0)	2304	28.6	0.03
NGRLS25-55	20.0	5.2(0.4)	2296	24.4	0.06
NGRLS50-55	19.0	5.5(0.4)	2240	25.7	0.15
NGRLS75-55	20.0	4.8(0.3)	2234	21.6	0.11
NGRLS100-55	20.5	4.2(0.7)	2221	27.7	0.13
RLG25NS-55	16.5	5.4(0.2)	2273	24.2	0.09
RLG25RLS25-55	19.0	5.0(0.6)	2237	24.3	0.10
RLG25RLS50-55	20.0	5.7(0.4)	2266	24.4	0.11
RLG25RLS75-55	20.0	4.2(0.7)	2217	27.2	0.09
RLG50NS-55	16.0	5.6(0.4)	2267	23.7	0.17
RLG50RLS25-55	17.5	5.6(0.4)	2240	25.1	0.11
RLG50RLS50-55	19.0	4.9(0.6)	2187	28.0	0.23
RLG75NS-55	17.0	4.6(0.4)	2269	22.3	0.12
RLG75RLS25-55	20.0	4.5(0.6)	2243	25.0	0.12
RLG100NS-55	18.5	4.5(0.4)	2246	27.7	0.12
FANGNS-55	18.0	5.7(0.0)	2270	25.6	0.02
FANGRLS50-55	17.0	5.1(0.4)	2191	18.2	0.18
FANGRLS100-55	20.5	4.0(0.5)	2237	17.7	0.17
FARLG25NS-55	19.5	5.5(0.4)	2241	24.5	0.12
FARLG25RLS75-55	18.5	5.4(0.6)	2171	26.9	0.24
FARLG50NS-55	17.0	5.7(0.3)	2227	20.0	0.22
FARLG50RLS50-55	19.0	5.5(0.5)	2179	16.8	0.18
FARLG75NS-55	20.0	4.4(0.6)	2269	23.2	0.16
FARLG75RLS25-55	18.5	5.4(0.7)	2173	27.3	0.15
FARLG100NS-55	20.0	5.5(0.4)	2183	26.7	0.27
BFSNGNS-55	20.0	5.2(0.2)	2304	26.4	0.06
BFSNGRLS50-55	18.0	5.6(0.4)	2273	22.7	0.12
BFSNGRLS100-55	17.5	4.3(0.8)	2119	20.3	0.15
BFSRLG25NS-55	18.5	5.7(0.3)	2260	24.9	0.14
BFSRLG25RLS75-55	19.0	5.1(0.5)	2229	25.0	0.22
BFSRLG50NS-55	20.0	5.6(0.4)	2257	24.7	0.12
BFSRLG50RLS50-55	20.5	4.5(0.6)	2187	17.1	0.11
BFSRLG75NS-55	20.0	4.4(0.5)	2269	23.2	0.12
BFSRLG75RLS25-55	19.0	5.4(0.7)	2199	23.3	0.11
BFSRLG100NS55	18.5	5.3(0.5)	2137	25.5	0.09

※1 ()内は骨材修正係数を示す。練上がり時の空気量
 ※2 再生骨材コンクリートはJIS A 5023:2012により算定

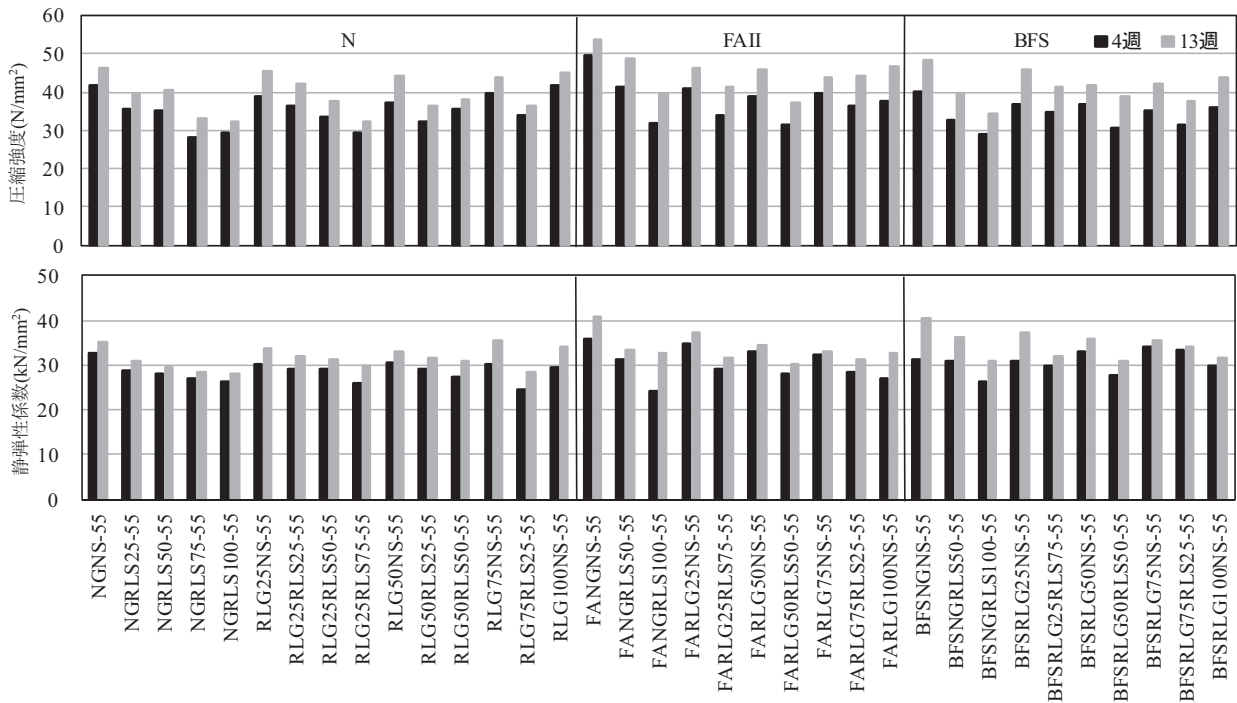


図5 各種コンクリートの圧縮強度および静弾性係数

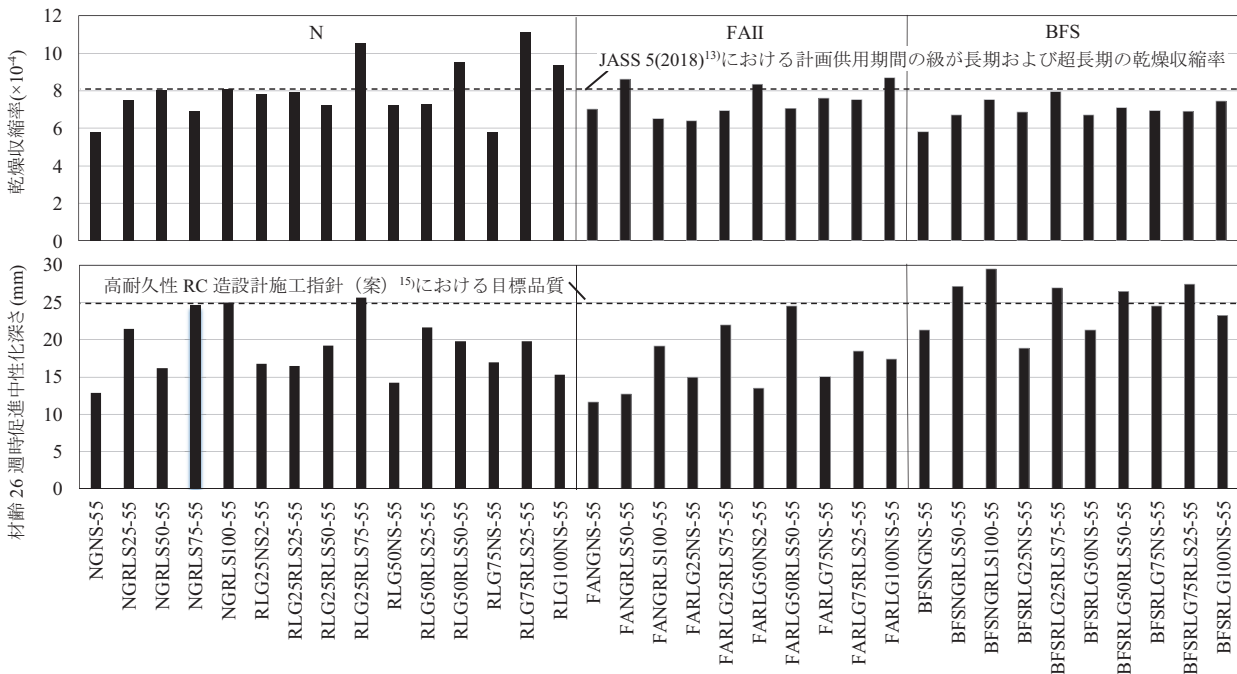


図6 各種コンクリートの乾燥収縮率および促進中性化深さ

(2) 静弾性係数

図5より、静弾性係数については、圧縮強度と同様、再生骨材の置換率の増加に伴い低下する傾向がみられ、材齢の経過に伴う増加も小さくなる。混和材の影響は、再生骨材を置換していない場合においてN, FAII および BFS は材齢に係らずほぼ同等であり、再生骨材を置換した場合においてもその影響は明確にはみられない。

(3) 乾燥収縮

ベトナムの建築構造物に対する乾燥収縮の制限値は、ベトナム建設省の基準¹²⁾において、「一定の温度と湿度の条件では、コンクリートの収縮は通常1～2.5mm/mの範囲である。収縮はコンクリートの種類に応じて変化する。普通コンクリート：0.1～1.5 mm/m、軽量骨材コンクリート：0.3～2.5mm/m、ポーラスコンクリート：

0.4～3.0mm/mに制限される。」と規定されている。すなわち、普通コンクリートの収縮は、 $1 \sim 15 \times 10^{-4}$ の範囲に制限されることになる。JASS 5 (2018)¹³⁾では、計画供用期間の級が長期および超長期の乾燥収縮率は 8×10^{-4} 以下となっており、この範囲に含まれ、かつ中央値に該当することから、本検討では 8×10^{-4} を目標品質の閾値とした。

図6より、再生骨材Lを用いたコンクリートの乾燥収縮率は、全体的にRLSとRLGを併用し、いずれか50%以上置換したものが大きくなる傾向がみられた。N, FAIIではRLSの置換率が50%以上あるいはRLGを75%以上置換したもので目標値の閾値を超えるものもみられた。一方、BFSではいずれのコンクリートも 8×10^{-4} を下回る。従って、再生骨材コンクリートMに規定された置換率の範囲内あるいはBB相当の使用により、日本の基準にも合致するレベルの品質が確保できる。

(4) 促進中性化

TCVN 9343 : 2012 6.4.4 “Determine downgraded level and rehabilitation measure”¹⁴⁾によると、「鉄筋の位置でのコンクリートのpHは10.5より大きくなければならない。または、コンクリートの中酸化深さは、鉄筋から少なくとも10mm以上離れなければならない。」と規定されている。このことから、本検討で用いた試験体の寸法が10cm×10cm×40cmであること、鉄筋径をD19と仮定すると試験体表面からの中酸化深さの閾値は約30mmとなる。日本では、日本建築学会「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説」¹⁵⁾において、25mm以下の規定があるが、安全側として25mmを目標品質の閾値とした。

図6より、材齢26週時促進中性化深さは、Nを用いたコンクリートでみると、相対的にRLSを50%以上、RLGを75%以上置換したものが大きく、混和材の影響は、Nに比べて混和材の種類によっては、25mmをこえるものもみられた。FAIIを砂代替で用いたものは比較的小さく、一方、BFSをBB相当で用いたものは大きくなる傾向がみられた。このことは、FAIIを砂代替で一定量用いることにより、Nのみの利用に対し、長期強度が増進したこ

とに起因する。

(5) 凍結融解

ベトナムの建築構造物に対する凍害の規定は設定されていないことから、JASS 5 (2018)¹³⁾に示されている凍結融解作用を受けるコンクリートの品質目標値を用いた。

図7より、練上がり時のフレッシュコンクリートは、凍結融解作用を受けるコンクリートの目標空気量4.0～6.0% (4.5 ± 1.5%かつ空気量の下限值4.0%)¹³⁾の範囲であれば再生骨材の置換率に係わらず、耐久性指数は、おおむね80以上となっており、耐凍害性は確保されている。しかし、BFSを用いたコンクリートのうち、RLSの置換率が50%以上のBFSRLG50RLS50-55およびBFSNGRLS100-55は、30以下と大幅に低下した。低品質な再生細骨材(吸水率:10%程度)を50%置換した場合においては、空気が連行されていても耐久性指数は60以下となる結果¹⁵⁾も得られていることから、低品質再生細骨材とBFSの複合的な要因が考えられる。

表17は、耐久性指数が大きく低下したBFSRLG50RLS50-55、BFSNGRLS100-55および比較用にBFSNGNS-55のスランブおよび空気量の経時変化を測定した結果である。これによると、スランブはBFSNGNS-55では30分までの経時変化は1.5cmであったが、BFSRLG50RLS50-55で4.0cm、BFSNGRLS100-55では3.0cmと大きくなる。空気量の低下は、BFSNGNS-55で4.6%、BFSRLG50RLS50-55

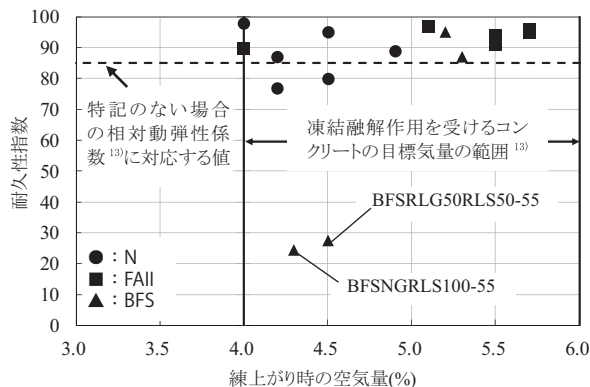


図7 練上がり時の空気量と耐久性指数の関係

表17 スランブおよび空気量の経時変化

経過時間 (min)	スランブ(cm)						空気量(%)*					
	BFSNGNS-55		BFSRLG50RLS50-55		BFSNGRLS100-55		BFSNGNS-55 (0.2)		BFSRLG50RLS50-55 (0.7)		BFSNGRLS100-55 (0.5)	
	測定値	差異	測定値	差異	測定値	差異	測定値	差異	測定値	差異	測定値	差異
0	19.0	-	22.0	-	20.0	-	8.4	-	8.9	-	4.7	-
15	18.5	0.5	20.0	2.0	19.5	0.5	5.7	2.7	6.9	2.0	3.7	1.0
30	17.5	1.0	18.0	2.0	17.0	2.5	3.8	1.9	4.7	2.2	2.6	1.1
45	15.0	2.5	17.0	1.0	18.0	1.0	2.9	0.9	3.9	0.8	2.0	0.6
60	12.0	3.0	9.5	7.5	12.0	6.0	2.6	0.3	3.5	0.4	1.8	0.2
90	0.5	11.5	5.0	4.5	2.0	10.0	2.1	0.5	2.6	0.9	1.7	0.1

* ()内は骨材修正係数を示す。

で4.4%と大きいですが、BFSNGRLS100-55では練上がり時の空気量自体が小さいことから低下も2.1%と小さい。BFSRLG50RLS50-55およびBFSNGRLS100-55の凍結融解試験体用コンクリートについては、消包剤を使用しているため、練上がり時の空気量は小さくなっているが、経時に伴う空気量の低下傾向から、実際の試験体に連行された空気量が目標空気量以下となった可能性が考えられる。

4-2-3 相対品質値法による性能評価

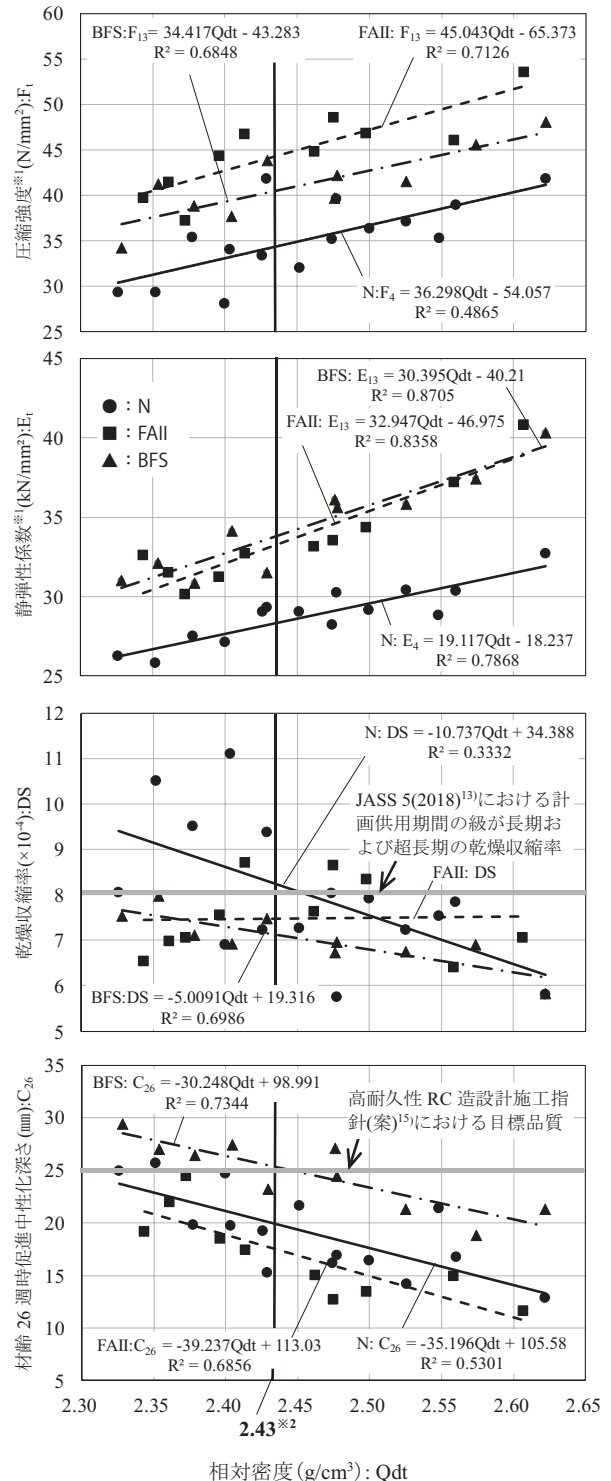
相対品質値法は、普通骨材と再生骨材の主要物性（吸水率等）と置換率から相対品質値（使用骨材品質値の加重平均：容積比）を算出し、コンクリートの主要な性能との相関性を評価するものである。次に、既往実験等の結果から実験式を導き、乾燥収縮や中性化を考慮した要求品質の閾値に対応する強度域の計画調合を設定し、製造工場で検証した後、最終調合を決定する。これにより、乾燥収縮や耐久性の評価を包含した性能設計が可能となる¹¹⁾。本検討では、FAを砂代替として利用したことから主要物性には吸水率と相関性の高い密度^{16), 17)}を用い、式(1)に示す相対密度（容積比）を算出し、図8に示すようにコンクリートの主要な性能との関係性を評価した。

$$Qdt = \frac{a \cdot QdvG + b \cdot QdvN + c \cdot QdrG + d \cdot QdrN + e \cdot QFA}{a + b + c + d + e} \quad (1)$$

- ここに、Qdt: 骨材の相対密度 (g/cm³)
- QdvG: 普通粗骨材の絶対乾密度 (g/cm³)
- QdvN: 普通細骨材の絶対乾密度 (g/cm³)
- QdrG: 再生粗骨材の絶対乾密度 (g/cm³)
- QdrS: 再生細骨材の絶対乾密度 (g/cm³)
- QFA: フライアッシュの密度 (g/cm³)
- a, b, c, d: 使用骨材の絶対容積 (L/m³)
- e: フライアッシュの絶対容積 (L/m³)

図8より、全体的に相対密度が小さくなるのに伴いコンクリートの主要な性能は低下する傾向がみられ、N, FAII, BFSのいずれにおいても圧縮強度、静弾性係数、乾燥収縮率 (FAIIを除く)、促進中性化深さとの間には、ばらつきがあるものもみられるが、おおむね相関性が得られた。また、乾燥収縮率と促進中性化深さにおいては、表5に示したTCVN 11969:2018⁶⁾のうち、粗骨材の全部が再生粗骨材I種とした再生骨材コンクリートに該当する相対密度 (2.43g/cm³) 以上であればほぼ目標とした閾値を満足する。従って、再生骨材Lに普通骨材を混合使用する再生骨材コンクリートの場合は、混和材の適切な使用とともに、相対密度とコンクリートの主要性能の関係から、使用骨材の品質に基づき再生骨

材置換率を調整することにより、目標とする性能を確保することが可能となる。



※1: Nは材齢4週時, FAII, BFSは材齢13週時の結果を示す。

※2: 再生粗骨材I種の吸水率は5%以下であることから、JIS A 5022(再生骨材コンクリートM)附属書Iを適用し、吸水率5%に対応する絶対乾密度の下限値である2.3g/cm³を用いて算定した値。

図8 相対密度とコンクリートの主要な性能との関係

5. まとめ

ベトナムの建設工事におけるコンクリート塊の再資源化技術の開発と普及を目的に、フライアッシュ、高炉スラグ微粉末といった汎用的な混和材を用い、再生骨材Lを用いたモルタルおよびコンクリートの性能評価を行った。その結果、大要以下のことがいえる。

- (1) ベトナムの首都ハノイでは、約 2,300～3,200t/日の建設解体廃棄物が発生していると推定される。その種類は、コンクリート塊、廃れんが等が主体である。これらは、主に非焼成型れんがとしてリサイクルされている。
- (2) ベトナムには再生粗骨材の規格は制定されており、2種類に分類される。I種は日本のコンクリート用再生粗骨材Mと同程度である。一方、II種は多量の廃れんがの混入が想定されている。普通ポルトランドセメントの品質は、日本とほぼ同様である。フライアッシュは、JIS A 6201のII種と比較するとアルカリ性のもののうち、構造用コンクリートに使用するものは、ほぼ同様の範囲内である。なお、セメント用は強熱減量がやや大きい。高炉スラグ微粉末はJIS A 6206と全く同じ規定である。
- (3) 再生骨材Lを用いたモルタルのフレッシュ性能は、化学混和剤量の調整により目標値が得られた。圧縮強度は、再生細骨材Lの置換率増加に伴い低下するが、FAIIの外割等、混和材の使用により長期強度の増進がみられた。促進中性化は、再生細骨材Lの置換率の影響により品質低下の程度が大きいが、FAIIを外割で使用することにより、結果的に結合材量が増加し、圧縮強度が大きくなることから中性化が抑制される。
- (4) 低品質再生骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状は、再生骨材置換率が大きい場合でも、混和剤量の調整により所定の品質を満足する。硬化性状は、FAIIを砂代替で一定量の使用やBFSのBB相当の使用により長期材齢での圧縮強度、静弾性係数の低下を小さくすることができる。乾燥収縮率は、BFSをBB相当で使用することにより低減できる。また、FAIIを砂代替で一定量使用することで圧縮強度が増加するため中性化を抑制することが可能である。耐凍害性は、BFSと再生細骨材Lを多量に使用した場合を除き、適切に空気が連行されていれば日本と同様の品質を確保できる。
- (5) 再生骨材Lと普通骨材を混合使用する再生骨材コンクリートMに相当する場合は、相対密度とコンクリートの主要性能の関係から、使用骨材の品質に基づき再生骨材置換率を調整することにより、日本の基準に合致したレベルの性能を確保することが可能となる。

以上のことから、ベトナムにおいて低品質再生骨材を構造用コンクリートに使用する場合、再生骨材置換率の調整とともに、国内規定が整備され、汎用的な混和材であるフライアッシュ、高炉スラグ微粉末の適正な利用により、日本の基準にも合致したレベルの品質を確保することが可能である。

謝辞

本研究は、平成28～31年度科学研究費助成事業（基盤研究C）、「コンクリート塊の低品質再生骨材への再資源化に関する研究（研究代表者：道正泰弘）」（課題番号：16K06593）、名城大学アジア研究センター公募型プロジェクト「アジアの建設工事における再生骨材コンクリートの普及展開（研究代表者：道正泰弘）」の助成を受けた。

ベトナムでの廃棄物等の実態調査においては、ベトナム国立交通運輸大学 Assoc. Prof. NGUYEN THANH SANGに多大なる協力を得た。また、実験においては、2017年度、2018年度道正研究室卒論生の多大なる協力を得た。ここに厚く謝意を表す。

参考文献

- 1) "Vietnam Digital landscape update 2013 Sep_2013_Mindshare", We Are Social's Guide to Social, Digital and Mobile in Vietnam (2nd Edition), Oct 2012
- 2) IGES, UNCRD, AIT/UNEP RRC. AP, National 3R Strategy Development: A progress report on seven, 2009
- 3) ベトナム建設省, 「2020年までの非焼成建材発展計画」の決定文書576/QD-TTg号に関する政令(Decree No. 576/QD-TTg), 2010
- 4) NATIONAL STANDARD, TCVN 9340:2012, Ready-mixed concrete - Specification and acceptance, 2012
- 5) NATIONAL STANDARD, TCVN 5574:2012, Concrete and reinforced concrete structures - Design standard, 2012
- 6) NATIONAL STANDARD, TCVN 11969:2018, 1st Publish, Recycled coarse aggregate for concrete, 2018
- 7) NATIONAL STANDARD, TCVN 10302:2014 1st Publish, Activity admixture - Fly ash for concrete, mortar and cement, 2014
- 8) NATIONAL STANDARD, TCVN 11586:2016 1st Publish, Ground granulated blast-furnace slag for concrete, 2016

ete and mortar, 2016

- 9) 日本建築学会：フライアッシュを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説, 2007
- 10) 日本建築学会：高炉セメントまたは高炉スラグ微粉末を用いた鉄筋コンクリート造建築物の設計・施工指針(案)・同解説, 2017
- 11) 道正泰弘：低品質再生骨材の構造用コンクリートへの利用, コンクリート工学, Vol.55 No.8, pp.635-643, 2017.8
- 12) SECTOR STANDARD, 22TCN 60-84, 1st Publish by Vietnam Ministry of Construction, Testing procedure of cement concrete, 1984
- 13) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2018, 2018
- 14) NATIONAL STANDARD, TCVN 9343:2012, Concrete and reinforced concrete structure - Guide to maintenance, 2012
- 15) 日本建築学会：高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説, 1991
- 16) 道正泰弘ほか：再生細骨材を用いたコンクリートの構造用コンクリートへの適用 - 原モルタルの性質が再生細骨材および再生コンクリートの品質に及ぼす影響 -, 日本建築学会構造系論文集 第 502 号, pp.15-22, 1997 年 12 月
- 17) 道正泰弘, 菊池雅史, 増田 彰, 小山明男：原コンクリートの性質が再生コンクリートの品質に及ぼす影響, 日本建築学会構造系論文集 第 485 号, pp.1-10, 1996 年 7 月

Application of recycled aggregate concrete technology for construction work in Vietnam

Dinh Van Linh ¹⁾, Nguyen Anh Duc ¹⁾, Tao Yuzhou ¹⁾,
kenji Nishikigi ¹⁾ and Yasuhiro Dosho ²⁾

1)Graduate School of Science and Technology, Meijo University.

2)Faculty of Science and Technology, Meijo University.

Abstract

In the early 21st century, concrete is the second most consumed material after water in the world and is fundamental to our urban environment. Concrete is extremely durable, and can last for hundreds of years in many applications. However, as needs change and old concrete structures are demolished, a large volume of construction waste is generated. Waste from demolished concrete structures must be reused to ensure effective recycling of construction resources. Three concepts must be achieved to promote reuse. 1) To assure safety and quality, 2) To reduce environmental burden, 3) To improve cost-effectiveness of construction. The purpose of this study is to develop and disseminate recycling technology of concrete material for construction work in Vietnam, and to study the realization of stable use for low-quality recycled aggregate. As a result, when using low-quality recycled aggregate in Vietnam, national regulations have been established, and it is possible to obtain the same quality level as Japanese standards through the proper use of fly ash and ground granulated blast-furnace slag fine powder, which are general-purpose admixtures.

Key words : Vietnam, concrete waste, low-quality recycled aggregate, fly ash and ground granulated blast-furnace slag

TRANSFORMATION IN STREET FOOD VENDING IN MODERNIZING BANGKOK: TRADING PATTERN, VENDOR AND PRODUCT

By Montouch MAGLUMTONG¹ and Shigeru FUKUSHIMA²

¹ Institute of Metropolitan Development, Navamindradhiraj University

² Faculty of Urban Science, Meijo University

Abstract

Street food vending in Bangkok has been transformed in the trading patterns, vendors, and products in the modernizing process. Thai female commoners and Chinese men were the first groups to join this business. After Bangkok shifted from water-based to land-based city, street food vending became an informal business due to sanitation regulations. In 1997, Asian Economic Crisis caused many laid-off workers to enter this business as a new generation of street vendors and drove many product changes. While in 2014, the Policy of Returning Walkway to the Public caused tremendously declined in Temporarily Permitted Areas for street food business. This article aims to examine the socio-economic aspects of the turning point in street food vending transformation process with the timeline of study divided into four sections. It will show the transformation of street food vending trading patterns, vendors, and products in Bangkok and their effects on the urban lifestyle and dining culture.

Key words : modernizing Bangkok, street food vending, transformation

1. Introduction

Thailand has a long history of street food vending (SFV) which has always been associated with the urban lifestyle and the transportation network. It started with the water market, boat delivery to food stalls, and pushcarts, and such food vending businesses became restaurants in some cases, as the modernization of the country caused the transportation network to shift to land-based city. In Bangkok, the capital and the largest city in Thailand, SFV provided locals with cheap and convenient access to a variety of foods and means of making a living. Even though Thai foods are prepared daily in most Thai households, trading food has been a common economic activity for a very long time. Street food became a part of daily urban living, especially in the city where people spend a lot of time outside of their houses.

Street vending topics were investigated by various researchers, which can be categorized into three groups: (1) Overall street vending (Bromley 2000; Bhowmik 2005; Roever & Skinner 2016); this topic focused on overall street vending and the relationship between street vending and cities (mostly in Asia). (2) Policy and management (Yasmeen 1996; Maneepong & Walsh 2012; Nirathorn 2013); this topic focused on street vending as an informal business, gender relations, and urban lifestyle, which were studied in their socio-economic aspects. (3) Urban design (Tepwongsirirat 2005; Sereerat 2014); this topic focused on the physical aspect of street vending, identity, and the roles played by street vending in the city.

However, the most discussed subject is the new generation of street vendors from 1997 to 2001. There has been no study on the entire history of SFV, even though there are many processes of transformation from the past to present. Thus, this article aims to understand, and contribute the new area of academic knowledge in the transformation of SFV business in both demand and supply side and how the government intervene on supply side and its effects under the socio-economic development process of Bangkok.

This is an empirical study that contains qualitative analysis of SFV transformation process in socio-economic aspects, together with government policy intervention in the modernizing process of Bangkok. Three research methods were used, including literature review, primary and secondary data analysis, and on-site observation. History, evolution, and innovation of SFV in Thailand were investigated using a phenomenological approach to describe the 'lived experience' of phenomena; this was a qualitative analysis of narrative data to find the turning point in socio-economic aspects of food vending transformation process.

The literature review requires definitions of three of the main words used in this article, namely: (1) The trading pattern is the method of selling food, ranging from delivery boats and floating markets to food stalls, pushcarts, and food trucks. It also encompasses the socio-economic status of this business from basic job to informal business to start-up job. (2) Vendor, which range from local to

foreign migrant workers, is a food provider who sells food on walkway or in public space. (3) Product refers to food product, which were categorized into six food types: appetizers, main courses, desserts, fruit, drinks, and raw ingredients.

2. Transportation Shift: From Canals to Streets (1860s-1950s)

SFV in Bangkok is a way of life in both economic and cultural terms. Its presence in Bangkok can be dated back two centuries, and always associated with transportation networks due to its functions and accessibility. In the beginning, it was associated with waterways, namely the Chao Phraya River and other canals, because they formed the main transportation network of the city. There are three types of canals, 'strategic canals', 'connecting canals', and 'transportation canals' (BMA, 2012:47). With this canal network, Bangkok claimed to be a water-based city. Most citizens' housing faced towards the Chao Phraya River or canals. Thus, all activity happened along the waterway, including SFV as canal represented street in the pre-modernizing Bangkok, as S. Plainoy (2017:277) stated: "Truthfully, the life along the river and canal in the past was very convenient. There were many delivery boats that sold foods and equipment as the needs of those days. So, people along the river and canal did not need to go outside for making a living".

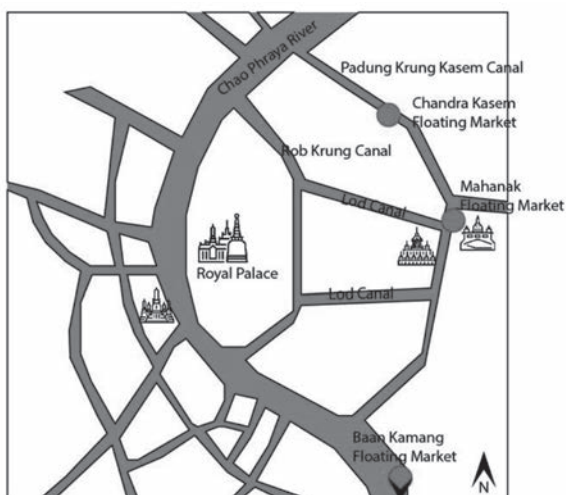


Figure 1. Location of Floating Markets in Early Bangkok

In Figure 1, three floating markets and many delivery

boats flourished on both sides of the Chao Phraya River, and continued onto some canals. There were two main floating markets in Bangkok: (1) in front of Chandra Kasem Palace, and (2) the Baan Kamang Delta in front of Pichaisongkhram Temple. There are two types of delivery boat: (1) provincial boat with hoods, and (2) local boat without hoods.

As Thai foods are prepared daily in the most Thai households, yet trading food has been a common economic activity for many years as S. Plainoy (2017) stated. The food needs of Bangkok citizens who lived along the canal created demand for both cooked food and raw ingredients. However, this demand was only for daily living, not for massive trading.

At that time, most Thai female commoners worked as food sellers for income in addition to what they made farming because male commoners were recruited in the feudalist system (Nirathron, 2005:430). But not only Thai women sold foods in the canal. Chinese men, who came from China during its transitional period, also joined this business. Thus, the main food sellers in this period are Thai female commoners and Chinese men.

Its activity started in the early morning every day as food sellers rode along the canal to deliver their foods to waterfront houses. Provincial boats brought fresh fruits, vegetables, and cooking ingredients to sell to households and other boats. After they sold out, they would buy all their necessities and go back home via the transportation canals that connected to other provinces. In the afternoon, a boat with fresh seasonal fruits occupied the canal as it delivered once-a-year fruits. A Chinese boat could sell a variety of foods such as pork, meat, bean sprouts, white and yellow tofu, coffee and snacks, or even home-made ice cream (S. Plainoy, 2017). Their operation time was between early morning and 10 a.m. After that, noodles would be delivered for lunch until afternoon. During the night time, Chinese individuals, who sold noodles in the daytime, brought soft-boiled rice with fish for night workers, while Thai women brought Thai desserts for consumption after dinner. Some vendors used horns to make a unique noise so that people along the canal were aware of their arrival and would come out to buy noodles. This tradition also transmitted to street food vendors, as they used pushcarts with horns to announce their arrival.

Bangkok started to modernize during the reign of King Rama IV (1851 – 1868), when western development came to Bangkok, and roads were introduced. Three new roads, namely Charoen Krung, Bamrung Mueang, and Fueang Nakhon, were paved in the city of Bangkok. This shifted the trade activity from water-based to land-based vending (Nirathron, 2005). As most of the goods traded were foods, the new trade activity changed with this shift into: (1) a pushcart or mobile street food that vendors can take their desired place, and (2) food stalls, which appeared to be located outside the city walls.

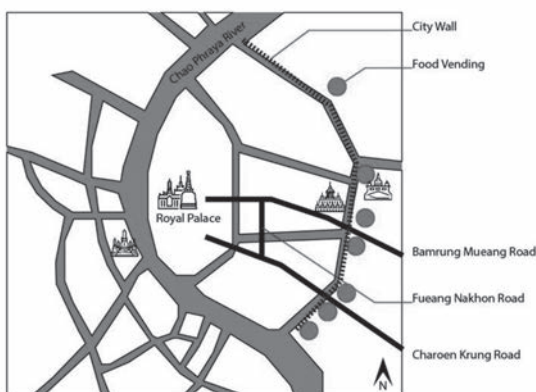


Figure 2. Location of Street Food Vending outside Bangkok City Wall

From this period, the transformation process of SFV can be analyzed as follows. First, the trading pattern changed from water-based activity to land-based activity. As most traded goods are foods, with this shift, SFV activity in floating markets and delivery boats changed to pushcarts or mobile street food as well as to food stalls located outside the city wall. There was no significant policy to promote or control SFV, as it was part of the urban lifestyle and did not cause any problems to the city.

Second, vendors in this period did not change, but there were differences between Thai and Chinese food vendors. As farming is one of the occupations reserved for Thai people only, most Thais still worked on farms because farming generated a lot of income during this period until the end of World War I. Thus, the mix between Thai and Chinese food vendors continued from the earlier period, with most Thai food vendors were female, while most Chinese food vendors were male. However, Thai food vendors still did not shift much to land-based vending, so Chinese food vendors occupied the street trade in the city of Bangkok instead. Nirath-

ron (2005) stated, “Chinese street food vendors used street trade as a stepping-stone to be entrepreneurs.” Their careers started as laborers, which allowed them to be paid every day and more quickly in comparison to agriculture. Then, they rose to become street food vendors and increased their savings to later become entrepreneurs. For these Chinese vendors, selling street food provided a stepping-stone in terms of social class between farming in China and being laborers in Bangkok to then becoming entrepreneurs. However, the economy in this period was still a subsistence economy, with economic activity not conducted for profit or wider trade.

Last, products in this period did not significantly change, as the lifestyle of the citizens was still the same. The main products were cooking ingredients such as pork, meat, vegetables, and fresh fruits. Ready-to-eat dishes were most noodles, as Chinese men were the vendors and the food were sold only during lunch time. Soft-boiled rice was the night meal provided for the city watchmen or night workers, and this practice has continued to the present day.

3. Economic Growth: Expansion of Street Food Vending as an Informal Business (1960s-1997)

In 1961, the Thai National Government announced its 1st National Economic and Social Development Plan (NESDP) to stimulate the Thai economy, which resulted in the growth of slums in Bangkok from migrant workers, who searched for new jobs in the industrial or informal sector. Thus, this labor mobility resulted in a demand for cheap foods and goods, and street food rose to fulfill this demand. These demands grew larger decade by decade as Bangkok’s population surged from 1.8 to 3 million in the 1960s.

Many studies in the 1980s show that the most significant characteristic of street food vendors is that they were female migrant workers from the northeast region who migrated to work in the street trade due to drought problem in agriculture and unfair distribution (Suwattee et al., 1980). Secondary data analysis showed that 33 percent of street food vendors were from the northeast region (BMA, 2013). They gained low-income, working 8-12 hours per day, and sometimes uneducated. Because the living conditions of Thai farmers worsened due to the economic depression and low rice prices (Nirath-

ron, 2005:431), many farmers in the suburbs of Bangkok and farmers in northeast Thailand sold their properties and moved to work in Bangkok.

These laborers needed normal cheap food that was ready-to-eat and available all day. Besides, due to the characteristics of the food vendors and consumers who came from the northeast region, ‘Som Tam’ or ‘Green Papaya Salad’ rose to prominence, as it is the most popular food of the northeast region and it matched well with the cooking ability of the vendors and consumer’s preferences.

Since 1972, the NESDP has resulted in poverty alleviation and promoted the transformation from informal businesses to formal businesses or independent jobs (See Table 1). In its 7th section (NESDB, 1972:143), it focused on “Citizens, Human Resources, and Job Opportunities,” especially in Bangkok, to create job opportunities for migrant workers. The NESDP has supported and encouraged people to do independent jobs by providing training, social welfare, and accessibility to funding since its 3rd plan. On the other hand, the Bangkok Development Plan (BDP) fluctuated between promoting and controlling SFV since the first plan due to the Public

Health Act, and the Cleanliness and Orderliness Act of 1992. These two acts affected SFV directly due to its use of public space, below-standard level sanitation, and its need for traffic management. Thus, these two acts drove SFV to function as an informal business. However, the Bangkok Metropolitan Administration (BMA) has tried to compromise by determining Temporarily Permitted Areas (TPAs), beginning with 164 areas in 1981 and rising to 286 areas 15 years later.

As SFV became an informal business, some vendors decided to sell in other places outside TPAs. Doing so would result in being arrested and fined by the Bangkok City Law Enforcement Office. In 1996, the BMA obtained fines from 52,972 offenses, with the total amount of 19.6 mil. THB. Even though the BMA tried to compromise by determining TPAs, there were many unregistered street vendors, and they needed more places to operate their businesses due to the demand and to survive in the city.

This also resulted in the vendors having a vulnerable social status (Walsh, 2010), as they had to avoid harassment from mafia, avoid rental payments, could not respond to market conditions, and their workplaces were limited to being located near their neighborhoods.

Even though food vending became an informal busi-

Table 1: Comparison between NESDP, Bangkok Development Plan, and BMA’s Action from 1970s to 1997

Year	NESDP	BDP	BMA’s Action
1972–1976	3 rd : Supporting employment	–	–
1977–1981	4 th : Supporting independent jobs	1 st : Supporting independent jobs, small businesses to reduce poverty by subsidizing start-ups	– Clearing 500 delivery boats in Mahanak Canal
1981–1985	5 th : Supporting independent jobs to reduce poverty by subsidizing start-ups	2 nd : Supporting independent jobs, small businesses to reduce poverty by subsidizing start-ups	+ TPAs: 164 points
1986–1992	6 th : Supporting independent jobs and small businesses through training, social welfare, and funding	3 rd : Supporting independent jobs, small businesses to reduce poverty by subsidizing start-ups	– Established City Law Enforcement to control TPAs: 500 points, 23,594 illegal vendors
1993–1996	7 th : Established Urban Community Development Office to support low-income people – Independent jobs for people in disadvantaged groups	4 th : Statement of problem of unsanitary conditions in street food vending – Proposed to rearrange street food vending and reduce the number of street food vendors – Poverty Alleviation Measure supported street food	– Public Health Act – Cleanliness and Orderliness Act – Fine: 19.6 mil. THB from 52,972 offenses + TPAs: 286 points

Source: NESDB (1972, 1977, 1981, 1986, 1993), Nirathron (2005)

ness, it was visible on most street corners in the city of Bangkok. So, SFV business that was once a stepping-stone for Chinese individuals to elevate their economic status during the earlier period became a job for migrant workers to rise out of poverty in the agricultural sector in rural areas. Moreover, some vendors were able to build up a career, expand their businesses, and elevate their economic status.

4. New Generation: The White-Collar Street Food Vendor (1997-2013)

During the rapid economic growth in the late 1980s and early 1990s, the preferences in food service of the people of Bangkok could have changed. But the traditional vendors did not respond to such changes in demand, and the new middle class preferred to go to newly emerging cafés, food courts in shopping malls or office buildings, or convenience stores. The emerging new generation in SFV after the Asian Economic Crisis became a trigger for diversifying the food service business in Bangkok.

After the Thai economy collapsed, there were many laid-off workers. These white-collar workers entered the street trade in order to survive in Bangkok and caused the number of street vendors to rise sharply from 17,952 in the early 1990s to 27,265 in 1998 and became twice the number in the previous decade at 34,267 street vendors in 2000 (BMA, 2013). These numbers include both legal and illegal street vendors. The number of street vendors fluctuated around 35,000 and then rose to 40,189 in 2012 due to the political situation. These huge numbers are expressions of the supply side, but there was no data on the demand side. However, these numbers can reflect the demand side also, as the growth of supply implies the growth of demand.

The most significant change on the supply side in this period is in the laid-off workers who joined the street trade. Those who stayed in Bangkok were classified by Maneepong and Walsh (2012) as new-generation vendors with advanced business, technical, and language skills. They were “acutely aware of market conditions, operated utilizing sophisticated, but often informal networks” (Maneepong and Walsh, 2012), while the “old generation” of street vendors sold mostly street food to a customer base of mainly low-income workers in the

neighborhoods in which they lived (Table 2).

This new generation of vendors made a higher income than those in the old generation of vendors, as they sold food at a higher price. They also avoided harassment from mafia by selling food in private commercial areas or in TPAs that required rental payments. Nowadays, some new generation vendors have built up their careers, expanded their businesses, and elevated their economic status to become entrepreneurs. However, the majority of street food vendors are still of the old generation.

Table 2: Characteristics of Street Food Vendors in Bangkok before and after the Asian Economic Crisis

Conditions	Characteristics	
	Pre-1998	Post-1998
Type of food	Normal food	Value-added food
Income	Low income	Medium to high income
Working hours	8-12 h/day	4-6 h/day
Social status	Vulnerable	Adaptive to rules and regulations
Threat	Harassment from powerful player	Avoid harassment
Market effect	Unresponsive to market conditions	Aware of market conditions
Working location	Sell in neighborhoods	Sell on strategic place
Payment	Avoid rental payment	Pay to City Law Enforcement
Education	Uneducated	Well-educated
Origin	Came from rural areas	Quit a permanent job

Source: Sereerat (2014:40)

Table 2 shows the different characteristics of street food vendors between 1997 and 1998. As of now, the economic status of street food vendors varies. Many studies (Yasmeen 2001; Nirathorn 2005; Nirathorn 2009; GSB 2013; Sereerat 2014) assert that there were a lot of low-income street food vendors, but the current trend shows that some street food vendors are not low-income anymore. However, Nirathorn (2005:429) stated: “this situation does not mean that the low-income people can elevate their economics status into middle-income, but it means that middle-income people are joining the street food trade court”.

Meanwhile, the food service industry started to diver-

sify as a result of the launch of various types of restaurants, cafés, food courts in shopping malls, convenience stores, and fast-food outlets. Many of them provided foods that were almost as cheap as street food. In some cases, they built up their business from SFV to small restaurants by renting a nearby building in order to maintain their original customers.

In 2012, the BMA and Police Headquarters agreed to the concept of the irremovable street food in Bangkok and started to organize street food to be the city’s charm and to be recognized by the world (BMA, 2013). This direction was a compromise among street vendors, the BMA, and unsatisfied pedestrians, and the BMA also determined more rules and regulations for TPAs. This was one of the successful factors that led to Bangkok being voted ‘The World’s Best Travel City’ by the readers of ‘Travel and Leisure Magazine’ (BMA, 2013).

However, the Public Health Act and the Cleanliness and Orderliness Act of 1992 are still applied, and the number of offenses has increased every year together with the total fines collected. Because the demand of street food vendors is beyond the BMA’s control, some vendors decided to sell in other places outside the TPAs. This resulted in the high numbers of arrests and fines, and by the end of 2000, the BMA obtained 20.7 million THB from 68,049 offenses. These numbers rose sharply in 2005 to 211,308 offenses and 66.7 million THB in fines. These numbers show that, even though the BMA tried to compromise by determining TPAs, there still were many illegal street vendors, and they needed more places to operate.

Due to the shift in policy from control to the promotion of street food vending, it became more widely distributed and visible in the city than before. In 2013, the total number of registered street vendors was 21,383, of which 13,006 were street food vendors (60.8%) and 8,377 were other street vendors (39.2%).

These numbers show that street food vendors make up more than half of all street vendors in Bangkok and SFV is one of the primary jobs in the informal sector. In particular, as 67.3% of street vendors are female, this sector plays an important role in female-job opportunities.

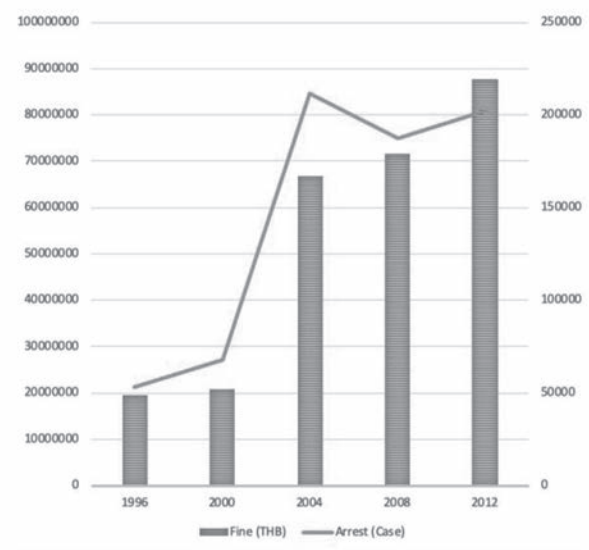


Figure 3. Fines and Arrests
Source: BMA(2013)

Table 3: Comparison between NESDP, Bangkok Development Plan, and BMA’s Action from 1997 to 2013

Year	NESDP	BDP	BMA’s Action
1997–2001	8 th : Focusing on family economics	5 th : Focusing on control in 286 Temporarily Permitted Areas	– Fines: 20.7 mil. THB for 68,049 offenses + TPAs: 353 points, 11,438 legal vendors (2000)
2002–2006	9 th : Supporting independent jobs and small businesses by training and funding	6 th : Supporting training for independent jobs	– Fines: 66.7 mil. THB for 211,308 offenses + TPAs: 683 points, 15,289 legal vendors (2005)
2007–2011	10 th : Supporting independent jobs and small businesses by training and funding	First part of 12–year plan – Supporting training for independent jobs – Boulevard of Glamour – The Irremovability of Street Food in Bangkok (2012)	– Fines: 71.5 mil. THB for 187,154 offenses + TPAs: 667 points, 19,029 legal vendors (2011)

Source: NESDB (1997, 2002, 2007), BMA (2013)

In spatial aspect, the total street-length of TPAs is 113 km. When combining the total number of street vendors and the geographical length of the TPAs, the result shows that there is a street stall located an average of every five meters in the street. This means that there will be ten street stalls in every 50 meters, and six out of ten are street food stalls as shown in Figure 4.

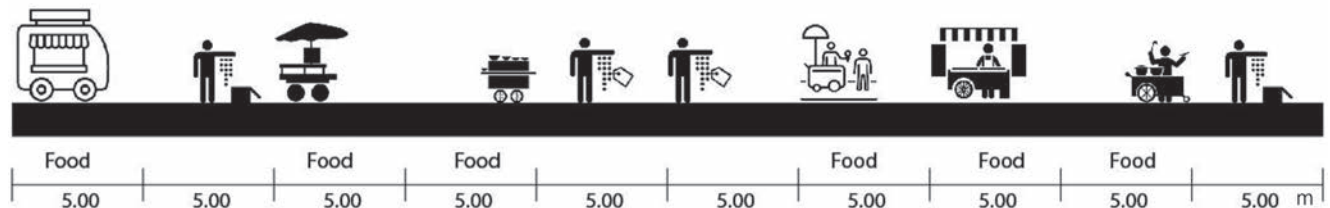


Figure 4. Average Distance of Street Vendors in TPAs

The trading pattern in this period was for vendors to move to strategic locations, such as around metro stations, in front of office buildings, and next to supermarkets. These locations have regular users, which became the main customers for street food. For vehicles, some of the new generation of street food vendors used food trucks, as they could pack everything inside and park in desired areas, thus preventing them from disturbing the walkway or side of the street as a food stall would.

The products for sale in this period were more specialty than common street foods, as they had ‘value-added’, like better ingredients and a cleaner cooking process. Thus, they were more attractive to customers interested in healthy food. Besides, vendors can sell their products at higher prices if customers believe they use better ingredients and promote a healthy life.

We categorized street food in Bangkok into six food types. (1) Appetizers, or foods that can be eaten anywhere, at any time, such as fried meatballs, grilled squid, etc. These make up 16% of the total. (2) Main courses mean foods served during meal times and the customer needs a place for dining. There are many famous Thai dishes such as Tom Yum Kung (spicy shrimp soup), and Pad Thai (stir-fried rice noodle). Main courses are sold at the largest fraction of food stalls, namely 35%. (3) Desserts, or everything that is sweet, such as ice cream, Thai desserts, etc., which make up 13% of the total. (4) Fruit, both fresh and in the form of compote, which makes up 14%. (5) Drinks, which ranged from drinking water to milkshakes, which make up 8%. (6) Raw ingredients,

such as cooking materials, which make up 14%. This type of food stall often extends from fresh markets in every district.

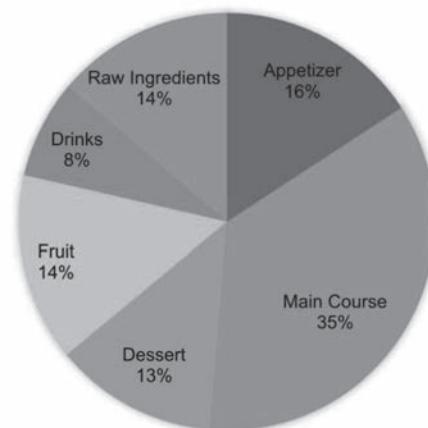


Figure 5. Total Percentage of Six Street Food Types
Source: BMA(2013)

5. Survival: Food Vending Business after Street Food Rearrangement Policy (2014 - Present)

During the political crisis (2006 - 2014), many commercial establishments were burnt down, and thus many shop owners joined the street trade to survive. In this period, non-food vending flourished in the center of Bangkok. Mobs in Pathumwan Junction, Ratchaprasong Junction, and Kokwua Junction became their regular customers. After the situation returned to normal, these shop owners did not necessarily move to new shops, as some of them were still operating their shops in both formal and informal establishments. This caused the streets to become more crowded and was a trigger for the Policy of Returning Walkway to the Public (PRWP) by the new government.

After the 2014 coup d'état, the Thai National Government started the PRWP. By the end of 2016, most street vendors were eliminated by TPAs cancellation throughout Bangkok. However, after the reaction from vendors, citizens, and tourists from all over the world, they changed their decision from 'elimination' to 'rearrangement.' Even so, the number of TPAs has been decreased from 683 to 363, and the number of legal street vendors was reduced drastically from 21,065 to 12,688 by the end of 2017.

This incident led to an increase in poverty. So, the BMA considered this topic to be urgent and started to collaborate with the Ministry of Commerce to improve the quality of life of low-income people. This plan will create job opportunities, improve living standards, and provide economic support for low-income people. The Post Today (22 June 2017) stated, "as street food is targeted for this plan, it has to be upgraded to meet the sanitation standards for customers to have a variety of options at a cheap price. Besides, the BMA will provide potential places for the upgraded street food."

The impact of PRWP has left 8,377 street vendors with no trading area. Of these, 70% are non-food vendors, and 30% are food vendors, which equals 2,513 street food vendors. The group with the greatest loss is the group of 'Main Course' street vendors, 40% of which had disappeared, while 20% of 'Dessert' street vendors were lost, and the other food vendor groups lost about 10% each.

The interview with many street food vendors showed that 2,513 street food vendors have not actually disappeared from the street since 2014. As this is their main income, they have to do anything to survive in the city. Most 'Raw Ingredient' street vendors moved inside

nearby markets, while some began to use pushcarts to sell their products in the same areas. Appetizers, drinks, fruits, and desserts vendors have not stopped working but choose push carts, or food trucks to mobilize their shops and away from BMA Officers. Most of them remain near their old trading areas. For 'Main Course' street vendors, the group with the largest losses, they have also continued to operate their businesses but moved from the sidewalks of main roads. They use nearby small roads or 'soi' that are just 200 – 300 meters from their old workplaces for operation.

Meanwhile, the food service industry increased in variety with the launch of various types of coffee shops on many corners in Bangkok. Food courts in shopping malls have changed their concept from selling typical food court foods by bringing many famous street foods into the courts. Terminal 21 is an example; its owner promoted this food court as the best compilation of street food in Bangkok with prices as cheap as those at outdoor vendors. The price of food in this shopping mall is this cheap because Terminal 21 let them sell their foods with no rental fee. MBK also used this strategy to bring tourists and locals to their food court, which is also a success, as at lunch and dinner time, these food courts are always full.

Currently, some areas such as Tesco Lotus Rama 1 and Big C Saphan Khwai have become lively and busy markets in the morning and evening because of street trade activities. As these areas use their own open space, BMA cannot force street food vendors to stop working there. As the situation calmed in 2018, street food vendors came back to the sidewalks of main roads, but they are limited with the white line on the walkway, as specified by BMA. This might be a good sign for the future of SFV in Bangkok.

Table 4: Comparison between NESDP, Bangkok Development Plan, and BMA's Action from 2014 to 2017

Year	NESDP	BDP	BMA's Action
2012–2016	11 th : Supporting independent jobs and small businesses by training and funding	Second part of 12-year plan – Creating opportunities for more income – Supporting independent jobs – Supporting training	– Recognizing street food as part of the city – Fine: 87.8 mil. THB from 202,372 offenses + TPAs: 726 points, 21,065 vendors (2014)
2017	12 th : Supporting independent jobs and small businesses by training and funding	'Return the Pavement to the Public' (Rearrangement Policy) to clear all Temporarily Permitted Areas	+ TPAs: 363 points, 12,688 vendors (2017)

Source: NESDB (2012, 2017), BMA (2013)

In this period, the trading pattern is a continuation of 'The New Generation Period,' as street food vendors operate in strategic areas such as around transportation hubs, office plazas in CBD, and major tourism sites. As for street food vehicles, food trucks are more visible in the street than in the past with the addition of new pushcarts and modern food stalls. The main street food vendors in this period include a variety of individuals such as low-income locals, middle-income workers, foreign migrant workers, and even start-up business owners. Products in this period also range from daily meals to international foods such as kebabs and sushi.

6. Transformation of Bangkok Street Food Vending

There have been four periods of food vending transformation in Bangkok, as follows: (1) the transportation shift from canals to streets; (2) economic growth, including the expansion of food vending as an informal business; (3) the new generation, i.e., the influx of white-collar street food vendors; and (4) survival, i.e. the shift in the food vending business after the street food rearrangement policy. In this section, we will analyze how SFV has changed in accordance with these four era divisions under the modernization of Thai society and the government's responses to SFV from viewpoints of trading patterns, vendors, and products, (refer: Table 5).

6.1 Trading Patterns

The trading pattern of street food vending in Bangkok has transformed from water-based activity to land-based informal businesses due to urban development and modernization of transportation mode. The subsistence economic activity in floating markets and delivery boats has shifted to pushcarts, mobile street food, and food stalls located outside the city wall. In the time of rapid urbanization, food vending illegally occupied the street with below-standard sanitation. Thus, SFV has transformed to become an informal business since the 1970s under the Public Health Act and the Cleanliness and Orderliness Act in 1992. This led to the vendors having a vulnerable social status from mafia harassment.

In the meantime, modern food service industry came to compete in price with SFV. Asian Economic Crisis and recovering process caused a lot of changes as SFV has moved to more strategic locations like transportation

hubs and office buildings where they could attract more customers, and variety of vehicles continued from 'The New Generation Period' such as food trucks. Currently, street food vendors who have enough savings had moved to food courts in shopping malls due to more stable socio-economic status.

6.2 Vendors

The vendor transformation includes a lot of players. First, there were Thai female commoners and Chinese men who dominated the canals in Bangkok as the government prohibited foreign migrant workers from doing agriculture. After the mode of transportation shifted to the street, Chinese men began to sell their foods and goods using pushcarts and food stalls and used it as a stepping-stone to become entrepreneurs. Rapid urbanization since 1960s welcomed many migrant workers to Bangkok. Thus, SFV fulfilled the needs of cheap food from industrial sector labors. Female migrant workers, in particular from northeast region, took a role of the center of SFV. After the Asian Economic Crisis, many laid-off white-collar workers joined the street trade. They were well-educated, and creative. They drove many product changes in the SFV business (Maneepong and Walsh, 2012). Some used this job as a start-up business and later developed to café or restaurant. While, foreign migrant workers from neighboring countries are the new emergence of street food vendors due to the booming of food service industry from Tourism, though Thai female migrant workers have accounted for the majority of street food vendors. However, the PRWP reduces a huge number of street vendors, whether they are Thais or foreign migrant workers.

6.3 Products

One thing that has not changed since the beginning is SFV has always related with meals. The variety of food products in this business is uncountable. From the first two periods, ready-to-eat products were the most popular one due to urban life styles, which ranged from Chinese-oriented daily meals during the water-based trade to northeastern-style food during the rapid urbanization period. After the Asian Economic Crisis in 1997, the new generation of street vendors brought new marketing ideas and creativity to this business. They made more 'value-added food' (Maneepong and Walsh, 2012) with better ingredients, new appearances, and new ways of selling to attract more customers and compete with

Table 5: Bangkok Food Vending Business Transformation

		Transportation Shift (1860s – 1950s)	Economic Growth (1960s – 1997)	New Generation (1998 – 2013)	Survival (2014 – Present)
Food Vending	Trading Patterns	Water-based Location: <ul style="list-style-type: none"> • Canals • Chao Phraya River Equipment: <ul style="list-style-type: none"> • Floating Markets • Boats • Food Stalls • Pushcarts • Hawkers 	Land-based Location: <ul style="list-style-type: none"> • Street Side • Community Equipment: <ul style="list-style-type: none"> • Food Stalls • Pushcarts • Hawkers 	Land-based Location: <ul style="list-style-type: none"> • Street Side • Office/Community • Transportation Hub Equipment: <ul style="list-style-type: none"> • Food Stalls + Seats • Food Stalls • Pushcarts • Food Trucks 	Land-based Location: <ul style="list-style-type: none"> • Street Side • Office/Community • Transportation Hub • Tourism Spots Equipment: <ul style="list-style-type: none"> • Food Stalls + Seats • Food Stalls • Pushcarts • Food Trucks
	Vendors	<ul style="list-style-type: none"> • Thai Female Commoners • Chinese Men 	<ul style="list-style-type: none"> • Female Migrants, in particular from northeast • Low-income Locals 	<ul style="list-style-type: none"> • Female Migrants • Low-income Locals • Laid-off White Collar Workers • Start-up Business Owners 	<ul style="list-style-type: none"> • Female Migrants • Low-income Locals • Middle-income Workers • Start-up Business Owners • Foreign Migrants
	Products	<ul style="list-style-type: none"> • Daily Meals (Chinese Oriented) • Raw Ingredients 	<ul style="list-style-type: none"> • Daily Meals (Northeastern Oriented) • Raw Ingredients • Ready-to-eat Meals 	<ul style="list-style-type: none"> • Daily Meals (Variety) • Raw Ingredients • Ready-to-eat Meals • Value-added Food 	<ul style="list-style-type: none"> • Daily Meals (Variety) • Raw Ingredients • Ready-to-eat Meals • Fusion Food • International Food • Healthy Food
Urban Lifestyle and Major Demander	<ul style="list-style-type: none"> • Life along canals • Subsistence Economy 	<ul style="list-style-type: none"> • Modern • Migrant Workers • Cheap Food • Huge Demand 	<ul style="list-style-type: none"> • Laid-off Workers • More Middle-class Consumers • Low-income Workers • Migrant Workers 	<ul style="list-style-type: none"> • Middle-class Consumers • Low-income Workers • Foreign Migrant Workers 	
Food Service Industry	<ul style="list-style-type: none"> • Marketplace • Daily Food Delivery 	<ul style="list-style-type: none"> • Marketplace • Restaurants • Cafés • Fast-food Outlets 	<ul style="list-style-type: none"> • Marketplace • Restaurants • Cafés • Food Courts • Convenience Stores • Fast-food Outlets 	<ul style="list-style-type: none"> • Marketplace • Restaurants • Cafés • Coffee Shops • Food Courts • Convenience Stores • Fast-food Outlets 	
Government Policy	Promotion	<ul style="list-style-type: none"> • Urban Development 	<ul style="list-style-type: none"> • NESDP (1–7) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Economic Development ▪ Improving Urban Poor's Economic Condition • Bangkok Development Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • NESDP (8–10) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Economic Development ▪ Improving Urban Poor's Economic Condition • Bangkok Development Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • NESDP (11–12) • Bangkok Development Plan • Tourism Industry Promotion
	Control	<ul style="list-style-type: none"> • Chinese Worker Limitations (1940s – 1950s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Food Sanitation • Illegal Occupation of Land • Traffic Management 	<ul style="list-style-type: none"> • Food Sanitation • Illegal Occupation of Land • City Beautification • Traffic Management 	<ul style="list-style-type: none"> • Food Sanitation • Illegal Occupation of Land • City Beautification • Traffic Management
Socio-economic Development and Incidents	<ul style="list-style-type: none"> • Modernization • 3 New Roads • Social Reformation 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrialization • Rapid Urbanization • Migrant Workers 	<ul style="list-style-type: none"> • Asian Economic Crisis and Recovering Process • Laid-off Workers • Political Crisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Coup d' état • Migrant Workers from Neighboring Countries 	

other food industry services. This can be said that street food vendors responded to changes in customer's preferences as Thai society modernized. Currently, Bangkok is full of various food styles ranging from traditional to local to international food due to the increasing of tourism demands.

7. Conclusion

Under the socio-economic development process of Bangkok, the status of SFV in Bangkok has fluctuated between the supply of basic needs and important resource tourism, and informal business as same as government policy that fluctuated between promotion and control. In terms of supply, SFV began with daily meals, became an informal business, and then sought to become formal again. But in terms of demand, SFV has been a resource of cheap food since the beginning. This transformation of SFV suggests that street food may be one of the major parts of an inclusive city. However, most governments and policy-makers involved in planning have not included SFV in their development policy due to management problems that SFV causes such as the illegal public space occupation, below-standard sanitation, traffic problems, and tax evasion.

While, NESDB has tried to support grassroots economy, including SFV, the Ministry of Public Health has tried to control hygiene and sanitation, and BMA has tried to manage traffic problems. These left SFV to adapted to the fluctuation of government policy and modernizing context. But it can be seen that the current situation of PRWP implementation may too radical for street food vendors to survive as shown in the tremendous declining number of street vendors.

In terms of inclusive city, no one should be left behind the development. In this case, SFV as an informal activity should be included in urban development policy rather than eliminated. BMA, as the local authority, should consider in policy changes for SFV upgrading and start utilizing the potential of street foods to create a livable and vibrant city under well-organized time and space management such as food street, night market, or rotating food event. Because SFV is not only one of important tourist attractions, but it is one of the main resources for cheap food to urban life as many Thais enjoy dining

outside.

At this moment, this study concluded the turning points of transformation process of SFV in four different periods, but the ongoing PRWP is still implementing and causes many street vendors to disappear from Bangkok. This is the major limitations of this study as many of street vendors who had gone from the business cannot be traced. Thus, the further study of SFV under PRWP and its impacts should be investigated in the future.

Acknowledgement

This article is part of a research project named "The Area Management for Street Food in Bangkok: Case Studies of Areas along BTS Line in Ratchathewi District and Phayathai District", which was funded by Navamin-drachiraj University Research Fund.

Notes

This article was presented at the International Conference of the Asian-Pacific Planning Societies 2018 "Strategies and Solutions to Smart City Development" on 23rd – 25th August 2018 in Ho Chi Minh City, Vietnam.

References

- 1) Bhowmik, S. (2010). Street vendors in the global urban economy. New Delhi: Routledge.
- 2) Bhowmik, S.K. (2005) 'Street vendors in Asia: a review', in: Economic and Political Weekly, 2005, pp. 2256-2264.
- 3) BMA. (2012). Khlong Kao Lao Prawat Mueang. Bangkok: Daoruek Communications. ISBN: 9786162720666.
- 4) BMA. (2013). Bangkok City Law Enforcement Office, <http://www.bangkok.go.th/citylaw>, accessed on 3 March 2018.
- 5) Bromley, R. (2000). 'Street Vending & Public Policy: A Global Review', in: International Journal of Sociology & Social Policy, 20, 1-28.
- 6) Maneepong, C., & Walsh, J. C. (2012). A new generation of Bangkok Street vendors: Economic crisis as opportunity and threat. *Cities*, 34, 37-43.

- 7) NESDB. (1972). The 3rd National Economic and Social Development Plan. (1972 – 1976), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 8) NESDB. (1977). The 4th National Economic and Social Development Plan. (1977 – 1980), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 9) NESDB. (1981). The 5th National Economic and Social Development Plan. (1981 – 1985), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 10) NESDB. (1986). The 6th National Economic and Social Development Plan. (1986 – 1992), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 11) NESDB. (1993). The 7th National Economic and Social Development Plan. (1993 – 1996), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 12) NESDB. (1997). The 8th National Economic and Social Development Plan. (1997 – 2001), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 13) NESDB. (2002). The 9th National Economic and Social Development Plan. (2002 – 2006), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 14) NESDB. (2007). The 10th National Economic and Social Development Plan. (2007 – 2011), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 15) NESDB. (2012). The 11th National Economic and Social Development Plan. (2012 – 2016), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 5 June 2016.
- 16) NESDB. (2017). The 12th National Economic and Social Development Plan. (2017 – 2021), <http://www.nesdb.go.th/>, accessed on 16 November 2017.
- 17) Nirathron, N. (2005). 'The business of food street vendors in Bangkok: an analysis of economic performance and success', in: *Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement*, 26 (3), 429-441.
- 18) Nirathron, N. (2013). *Street Food Management in Bangkok: Comments and Suggestions*, in *Journal of Social Sciences of Thammasat University*, 33 (2), 47-72.
- 19) Plainoy, S. (2017). *Life along the canals. Bangkok*: Sathaporn Books. ISBN: 9786160028603
- 20) Post Today (2017). *Upgrading Bangkok street food*, <http://m.posttoday.com/local/bkk/499438>, accessed on 21 January 2018.
- 21) Roever, S. and Skinner, C. (2016). 'Street Vendors and Cities', in: *Sage Journals: Environment & Urbanization*, 28, 2, 359-374.
- 22) Sereerat, S. (2014). *Roles and Spatial-temporal Identities of Street Vending in Contemporary Urban Contexts: Case Studies from Bangkok*, Doctoral Dissertation, Tokyo: The University of Tokyo.
- 23) Suwattee, P. et al. (1980). *Hawkers in Bangkok*, Bangkok: Faculty of Applied Statistics, NIDA.
- 24) Tepwongsirirat, P. (2005). *The vendor and the street: The use and management of public spaces in Bangkok*, Doctoral Dissertation, Pennsylvania: University of Pennsylvania.
- 25) Walsh, J. (2010). 'The street vendors of Bangkok: Alternatives to indoor retailers at a time of economic crisis'. *American Journal of Economics and Business Administration*, 2, 2, 185.
- 26) Yasmeen, G. (1996). *Bangkok's Foodscape: Public Eating, Gender Relations and Urban Change*, Doctoral Dissertation, Vancouver: University of British Columbia.

Creating Flow with the Shorter Lead Time ~ SCCC (Supply Chain Cash Conversion Cycle) to Support “Productivity Revolution” ~

Makoto Kawada, Professor Emeritus, Ph.D.
 Meijo University

Abstract

As the Japanese Government has announced a “Productivity Revolution”, we have to define the term “productivity”. Historically, there have been two streams for the notion of productivity. There is “Resource Operation Productivity” by Ford Motors in the early 20th Century, in which the thinking was that “resources should operate fully and produce more”. This notion was challenged by “Lead Time Productivity” presented by the Lean-TPS (Toyota Production System) in the 1970s and its implication is that “materials should flow faster”. History seems to have proved that the latter beat the former, but the former still persistently survives today. Therefore, “revolution” implies a paradigm shift from the “make-to-stock, mass” production of Ford to “make-to-order, limited” production of Toyota.

Guru Taiichi Ohno of Lean-TPS said; “Pull method of TPS is very easy. If only you can count ten by folding fingers of both hands, then you can do it.” On the other hand, Spear and Bowen (1999) of Harvard University stated; “Hundreds of thousands of executives from thousands of businesses have toured Toyota’s plants. What is curious is that few manufacturers have managed to imitate Toyota successfully – even though the company has been extraordinarily open about its practice.”

To the question, “which one of these two extremes is correct”, the author of this paper presents a new hypothesis: “Lean-TPS is easy to implement, but its success relies on three conditions” that are described below. This implies that Lean-TPS can be introduced in a surprisingly short period of time when three conditions are fulfilled. Conversely, Lean-TPS can never be successfully introduced if any one of the three conditions misses. The three conditions are as follows:

- ① The president’s own unyielding commitment to creating flow;
- ② Managers and employees acknowledge immediately, almost within half a day, the advantage of small batch production, for example, through playing the “paper airplane folding game”;
- ③ Headquarters can explain the superiority of “Lead Time Productivity” over “Resource Operation Productivity”.

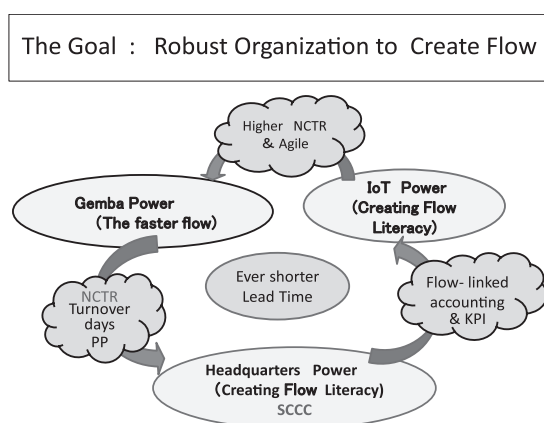
Another key concept of this paper is SCCC, a financial KPI to realize successful implementation of the above three conditions. The “Real Time Balance Sheet Generating System” with the recently advanced Internet of Things (IoT) • FinTech also supports managing those three conditions effectively and accelerates improving SCCC for a successful “productivity revolution”.

Key words :SCCC (Supply Chain Cash Conversion Cycle); BSQ (Balance Sheet Quality) ; paradigm shift; lead-time productivity; resource operation productivity; Schematic Change; IoT • Fintech era and real time balance sheet;

1. Introduction – Robust organization plus president’s own commitment

A paradigm shift from “Resource Operation” to “Creating Flow” requires expanding the scope of Just in Time (JIT) “production” to JIT “management”, in which three functions of *Gemba* (production process), HQ (headquarters), and ICT (information & communication technology) are linked together with the common goal and language of “ever shorter lead time” as shown in < Exhibit 1 >.

<Exhibit 1> The Goal



The mission of headquarters is to build a robust organization. If you poke a starfish living in the sea, the body moves away but part of its legs continue to cling to the rock, then the body of the starfish tears. Whereas, the functions of a jaguar are well integrated, aiming at and killing its prey quickly without fail. Likewise, an important mission of headquarters and the president in a company is to build a robust organization and raise people through the common KPI of SCCC for ever shorter lead times.

The first requisite for such robust organization is the president’s own unyielding commitment to shifting the paradigm from “make-more” to “create-flow”. Usually, products with an “integrated” type of architecture have an NCTR (Net Conversion Time Ratio) around 1/500. So, reducing waiting time by half of 250 minutes is not difficult in the first year of starting JIT. Then the landscape of the factory suddenly changes by the Work in Process inventories reduced by half, and employees get excited. This means a 200% increase in the “lead-time productivity”, whereas this does not mean any improvement of the “Resource Operation Productivity” as “net processing time” is unchanged. Realizing such a paradigm shift depends totally on the president and HQ (Headquarters).

The next requisite for a robust organization is the common KPI to measure the degree of evolution in the lead

time productivity, and that is SCCC. *Gemba* (production process) power aims at the shorter lead time through Kaizen. Headquarters with literacy on creating flow supports *Gemba*’s effort through measuring and visualizing the progress of SCCC. IoT power, also having enough creating-flow literacy, can support *Gemba* with IoT technology to measure NCTR (Net Conversion Time Ratio) in the process. This is the image of a “quick and robust jaguar” as opposed to a “body-tearing starfish”.

Some SMEs (Small and Medium Enterprises) led by such an unyielding president with a bottom-up empowerment organizational culture often succeed in introducing Lean-TPS within a surprisingly short period of time. While many big enterprises that stick to the “silo-management” with vertical top-down control and without adaptive total-optimum KPI find extreme difficulty in introducing Lean-TPS.

2 Enlightenment by “Paper Airplane Folding Game”

<Exhibit 2> The smaller lot size wins!

Paper- airplane folding game



2016 Aug. Kuala Lumpur Malaysia, Lean Land Lab.

In introducing Lean-TPS, most of the technical difficulty lies in shifting the company’s paradigm substantially to the “Lead Time Productivity”, both in *Gemba* and in headquarters after having long been accustomed to the traditional “Resource Operation Productivity” thinking. The difficulty may seem to be just like realizing a “Copernican revolution” like conversion from a geocentric to a heliocentric model.

But a “miracle” of sudden enlightenment can happen by doing the “Paper Airplane Folding Game”. All participants, including the president and headquarters staffs experience and comprehend the reasoning of “creating faster flow by making the batch size smaller wins” by

repeating the game for half a day.

Game procedure: Four games of 15 minutes are played by several teams. Each team consists of eight members (six producers plus a time keeper and a factory manager). At the end of each game, the results are measured, visualized and discussed among the groups.

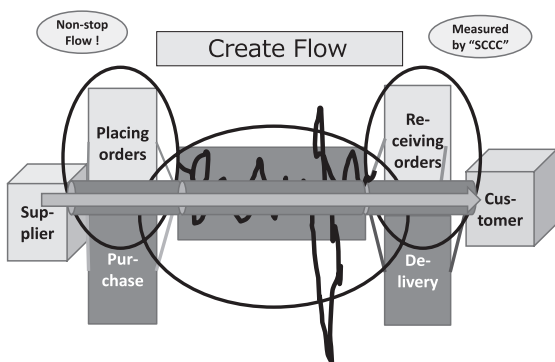
- Game 1: Push system with a lot size of "10 planes" at each process
(Conventional Production System)
- Game 2: Push system with a smaller batch size of "5 planes" at each process
(realized by the shorter change-over time)
- Game 3: Pull system with a "Kanban square" between each process, (One airplane must be set beforehand in the square at first. When the downstream operator picks it up, then the upstream operator can start producing the next airplane.)
- Game 4: Any actions are allowed, if only 15 good airplanes are delivered to the customer
(Factory manager and all processes in a team gather to discuss possible strategies.)

After each game, the results are measured in terms of "Lead Time Productivity" (Indicators: Yield, WIP, Cycle Time, Lead Time, NCTR at each process) The results of each team are visualized with a graph, and each team discusses what happened in the game and why. The important thing is for CEO, CFO, HQ accountants, factory managers, planning staff, engineers and others all to get together and enjoy the game. Thus, the miracle of a companywide paradigm shift can occur.

3. "Creating-Flow toward the Customer" with the KPI "SCCC"

3.1 Definition

<Exhibit 3> Create Flow



As Exhibit 3 shows, "Create Flow" means to aim at "the non-stop flow of material, money, and information from the supplier to *Gemba* (production process) and to the customer without stagnation", which means, in short, to reduce *lead time*. The KPI to measure Lead Time Productivity in *Gemba* is "NCTR (Net Conversion Time Ratio)" and, Correspondingly, that for HQ's financial accounting is "SCCC (Supply Chain Cash Conversion Cycle)".

The equations for NCTR and SCCC are as follows:

$$\begin{aligned} \text{NCTR} &= \text{net conversion time} / \text{lead time} \\ &\quad (\text{lead time} = \text{net conversion time} + \text{waiting time}) \\ \text{SCCC} &= \text{Accounts Receivable Turnover days} + \\ &\quad \text{Inventory Turnover days} \\ &\quad + \text{Accounts Payable Turnover days} \\ &= (\text{Accounts Receivable} / \text{Sales} \times 365) + \\ &\quad (\text{Inventory} / \text{Cost of Goods Sold} \times 365) \\ &\quad + (\text{Accounts Payable} / \text{Cost of Goods Sold} \times 365) \end{aligned}$$

SCCC implies that the velocity of material and monetary flow of production and transaction processes is measured by the sum of inventories, accounts receivable, and accounts payable turnover days. SCCC represents the degree of evolution in profitability and sustainability of a business, whose main purpose is to compare the past with the present of the company, rather than comparing with the other companies. In other words, SCCC should continue to improve from the past toward the future despite the fluctuations of external economic conditions.

3.2 Example (1) Japan & Germany Comparison of SCCC

<Exhibit 4> The Status Quo of SCCC : Japan & Germany Comparison

Japan's problem

2009-2015	Ave. Days : SCCC Japan Germany Comparison			
Automobile, Auto parts	①Accounts Receivable	② Inventories	③ Accounts Payable	SCCC ①+②+③
Japan	57	51	61	169
Germany	48	75	34	157
Heavy Electric Non-listed (SME)	①Accounts Receivable	② Inventories	③ Accounts Payable	SCCC ①+②+③
Japan	70	30	85	185
Germany	22	84	35	141
Manufacturing Industry Total	①Accounts Receivable	② Inventories	③ Accounts Payable	SCCC ①+②+③
Japan	66	74	85	225
Germany	54	120	50	224

The survey report of TEIKOKU Databank LTD says that Japan has certainly been superior to Germany in “inventory turnover days” (74<120). However, looking at the breakdown of SCCC, it is clear that Japan is considerably inferior to Germany in terms of monetary flow. After all, Japan’s longer payment terms (85 days in Japan vs. 50 days in Germany) has almost cancelled its advantage gained by the shorter material lead time. In other words, the key for Japanese “productivity revolution” is to change its business practices regarding the payment terms, which is never be difficult for the Japanese firms if only they notice the importance of the B2B lead-time productivity.

3. 3 Example (2) Current SCCC as the Starting Point of Productivity Revolution

Let’s confirm the current SCCC level of Japan’s listed companies as the starting point of a “Productivity Revolution”.

<Exhibit 5> SCCC Level of Major Companies in Japan

Summary Table (2014-2016 3 years Av.)				
	①	②	③	①+②+③
Automobile	Receivable Turnover days	Payable Turnover days	Inventory Turnover days	SCCC days
Toyota	28.0	40.2	34.6	102.9
Nissan	25.5	57.9	47.7	131.2
Honda	54.6	43.3	52.4	150.3
Matsuda	23.3	55.8	55.1	134.1
Heavy Electric				
Hitachi	200.9	68.8	69.7	239.3
Toshiba	83.1	86.5	66.8	236.3
Mitsubishi E.	87.7	92.2	77.9	257.7
Heavy Industry				
MHI	113.8	98.3	147.2	359.2
KHI	103.2	95.6	152.0	350.8
SHI	105.5	93.1	105.9	304.5
Simple Ave. of 10 firms,	72.6	73.2	80.9	226.6

(Data source: edited by the author from Nikkei Needs Financial Quest)

The point is to pay attention to the SCCC variation in <Exhibit 5> as there is a wide variety in the level of monetary flow in the Japan’s SCCC according to the kind of industry, from auto manufacturing to heavy industry. The simple average of 10 firms is 146 days (=72.6+73.2), that of heavy industry (MHI, KHI, SHI) is 203 days, whereas that of the auto industry (Toyota, Nissan, Honda Matsuda) is 82 days (≐ 30 + 50), while that of the German manufacturing industry in <Exhibit 4> is 104 days (≐ 54+50).

The SME Agency of the Japanese Government announced in 2016 that “there are pretty many industries that take more than 120 days from acceptance to pay subcontractors” and suggested that payment should be

done within 60 days in the near future. Frankly speaking, “payment within 60 days” is not difficult to realize which is the level already realized as “49.4 days” average of the four automobile firms in <Exhibit 5>.

A question arises for heavy industry: Is there any difficulty in reducing accounts receivables turnover days of three heavy industry firms, which takes more than 100 days? Not at all, because very-long payment terms after acceptance is due to the custom of once-per-year PDCA (Plan-Do-Check-Action) management cycle of the administrative works of the government and municipalities. The once-a-year PDCA cycle includes a huge *waiting time* in the lead time in the office work, but reducing payment terms of public works from the current level of 100 days or so to less than 60 days does not require any IoT or FinTech technology. What is required there is just to turn your mind towards “pay earlier, not later, makes contractors as well as national economy happy.”

This spirit is exactly what Lean-TPS aims at.

Thus, <Exhibit 5> tells us that the government side should move first to reduce the government’s own terms of payment to contractors for the public works from 120 days to less than 60 days. Then, private contractors are motivated toward the earlier payment to their own multi-layered suppliers successively. Such public initiatives can make the mountain of “B2B Productivity” move.

3. 4 Measures for Japan to Effectively Promote SCCC Strategy

The Japanese government announced in 2017 the policy to improve its ΣSCCC (SCCC average of all domestic companies) by 5% by 2020, adopting the SCCC as a key performance indicator (KPI) for the national growth strategy. (Cabinet decision on 2017.6.9)

This policy aims to “dramatically improve the profitability of SME enterprises (productivity revolution)” by combining the efficiency of “back office work with FinTech” and “the improvement of supply chain cash conversion velocity for the shorter SCCC”. Thus, the shorter SCCC strategy is expected to bring about smart society with the faster flow of goods, services, and money.

The author of this paper proposes three blocks of measures for Japan to effectively promote the shorter SCCC strategy:

- (1) Actions to be taken by ordinary level companies ;
- (2) Actions to be taken by advanced level companies ;
- and
- (3) Divide monthly batch processing work in office into

weekly, daily batch and finally into real-time processing

(1) Actions to be taken by companies with ordinary level SCCC

In the case of ordinary level SCCC, whose image is like "Simple average of 10 firms" in <Exhibit 5>, it is recommended to start with Kaizen for reducing the in-house manufacturing lead-time, faithfully following the notion of "Lead Time Productivity" of Lean-TPS, especially focusing on the waiting time for materials in the process.

For instance, following the Lead Time Productivity notion, reducing the current batch size of 30 pieces to 10 pieces may not be very difficult, but the effect of 20 days shorter lead time per piece is remarkable. Then, give a part of this newly created 20 days incremental shorter lead time to the suppliers in the form of "five days earlier-than-before payment terms" as a symbol of a "win-win" supply-chain relationship, which will motivate both sides toward the more collaborative efforts for the shorter supply-chain lead-time or the higher B2B productivity.

(2) Actions to be taken by companies with already high level SCCC

In the case of companies with an already high level SCCC, whose image is like "Toyota" in <Exhibit 5>, SCCC is an "evolution indicator" that should continue to push toward the final goal of NCTR=1. Therefore, it is recommended that such companies already with relatively high level SCCC value further improve the current SCCC through continuous Kaizen. Theoretically, the final goal of SCCC value is "zero". Following the principle of Lean-TPS, outsourced parts are directly delivered through self-inspection to the side of the assembly line, and directly assembled into the car body, and finally at the moment when the finished car passes through final inspection, the result is automatically transferred immediately and paid directly to the corresponding supplier's bank account automatically through FinTech processing.

One example, Kojima Press Co., a "tier one" auto-parts supplier to Toyota, has already designed "Acceptance on the Day, and Payment the Next Day" system, in which each production lot is automatically tracked with a QR cord so that account payables turn-over days is just "1 day". Such examples provided by companies with an already high level SCCC could become Japan's role model for "Society 5.0" in the 21st century.

(3) Divide monthly batch processing in the procurement office into more frequent than weekly batch

The CEFACT Japan Committee reported the average monetary flow of Japan. For 100 Japanese listed companies, Japan's cash circulation day of 63 days is about 20 days inferior to the 45 days of the U.S. listed companies. The main reason for this 20-days loss for Japan is the difference of the business practice, in which the U.S. procurement transaction is usually processed weekly, while in Japan it is usually processed monthly. Today, the monthly-batch processing cycle of the procurement office can be split into weekly or even to daily-batch processing by applying Lean-TPS principle to office work that deals with processing invoices, acceptances, requests, and payments.

With the advent of IoT era, when Gemba is now aiming at real-time processing, this monthly-batch processing in the office is becoming a serious bottleneck for "Lead Time Productivity" in Japan. However, the time has come for a breakthrough by using FinTech.

FinTech's attraction is not only limited to automatizing voucher deletion work but also shortening the lead-time from acceptance to payment. In addition, it should be noted that the combination of Internet of Things (IoT) and "QR Code" technologies can easily overcome the constraints caused by the smaller batch size of slips to be manually processed for both the seller and the buyer, enabling them to realize the further smaller batch size. B2B productivity, or the Lead-Time Productivity revolution that focuses "velocity" instead of "volume" will thus be steadily realized.

3.5 CCC VS. SCCC

Here, we should confirm the significant difference between the two indicators of CCC from the U.S. and SCCC proposed by Japan. The birth of the SCCC notion was just by adding the one letter "S (Supply chain)" to the top of "CCC". The only virtual difference is that SCCC changed the one minus (-) sign in the equation of CCC into a plus (+) sign. But this slight difference of sign signifies a divide like "heaven and hell" for business as well as for the society.

CCC (Required Funding Period¹)
 = Inventory Turnover Days + Accounts Receivable Turnover Days – Accounts Payable Turnover days
 SCCC (Supply Chain Cash Conversion Cycle)
 = Inventory Turnover Days + Accounts Receivable Turnover Days + Accounts Payable Turnover days

The implication of CCC and SCCC is quite opposite. “Minus accounts payable” of CCC means that the later the payment after acceptance, the purchaser gains. Will such behaviour really increase a company’s competitiveness? If each individual company takes such “pay later happy actions”, what would become of the macro-economic monetary flow? CCC is the product of local optimum thinking or “market fundamentalism” thinking. On the other hand, SCCC that encourages “pay earlier happy actions” represents the total optimum thinking, better B2B productivity, or Japan’s traditional thinking of “three parties’ (seller, buyer, and society) happy” management.⁽¹⁾

<Exhibit 6> is the trajectory of four car manufacturers after the Lehman Shock in 2008. Here, Nissan’s CCC (the lower, the better, it says) is constantly lower than Toyota, which, however, does not imply that Nissan’s B2B productivity is higher than Toyota. The “CCC” level

of Toyota is inferior to Nissan. But, in terms of SCCC, Toyota’s superiority becomes clear as Nissan’s SCCC is considerably inferior to Toyota. Nissan’s apparently better than Toyota “CCC” is just due to Nissan’s much inferior terms of payment to their suppliers. Thus, it turned out that in order to measure supply chain material and monetary flow, payables turnover days in the equation must be *added*, not deducted. SCCC can thus evaluate not only the competitiveness of an individual company but also the B2B productivity, and even the degree of contribution to the macro-economy.

The Japanese government explained the reasons for choosing SCCC instead of CCC, by saying that “CCC can easily induce management to pay later suppliers, thus giving a negative effect to the supply chain cash flow. Therefore, in considering Japan’s multi-layered subcontracting structure, it is more effective to choose SCCC as the Key Performance Indicator (KPI) rather than CCC.”

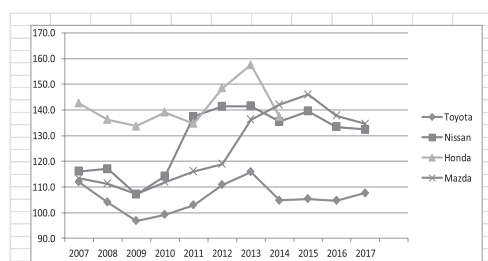
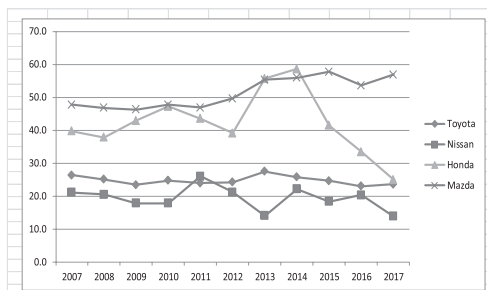
In designing an Internet of Things (IoT) & FinTech system, the most important thing is to build in advance a positive vision of the company as well as of future society. Even if “CCC”, in which “pay-later” is justified, is applied in real time through IoT, the smarter company or society will never be realized.

<Exhibit 6> From CCC to SCCC

Paradigm Shift **From CCC to SCCC**

CCC =Accounts receivable TOD+ Inventory TOD
 – Accounts payable TOD

SCCC =Accounts receivable TOD+ Inventory TOD
 + Accounts payable TOD

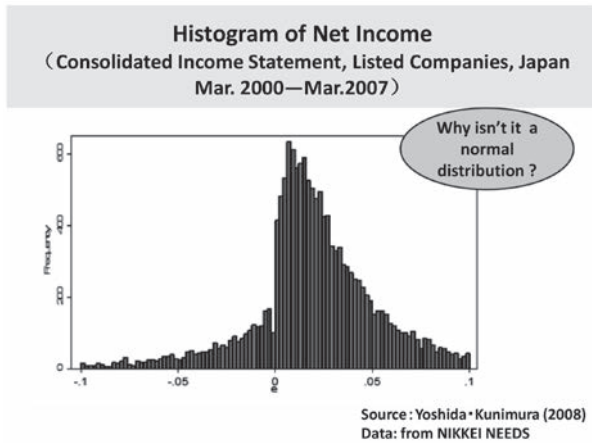


	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Toyota	111.9	104.1	98.8	99.2	102.9	110.8	115.8	104.8	105.3	104.7	107.6
Nissan	118.0	117.0	107.1	114.2	137.4	141.4	141.5	138.5	139.4	133.4	132.3
Honda	142.5	136.2	133.7	139.1	134.6	148.5	157.6	137.3			
Mazda	113.3	111.2	107.2	111.9	116.1	118.9	136.2	142.0	145.0	137.7	134.5

4. Balance Sheet-based Management to Support SCCC

4.1 The Problem - Short-Term Profit *Penchant*

<Exhibit 7> Why are the Statistics not a Normal Distribution?



There are very few companies that had a slight deficit, while there are so many companies that have produced a small amount of black ink. This non-normal distribution of profits is not the result of accounting fraud, but is the proof that many firms with virtually in the red make "lawful profit-creating" and as a result-damages the quality of balance sheet (BSQ).

This "short-term profit *penchant*" could become a serious obstacle that hampers creating flow for the better SCCC, because in a conventional accounting scheme, inventory reduction necessarily entails a decrease of the fiscal profit (although it means good news of cash increase), which perhaps is the major reason why Lean-TPS does not spread even in today's Japan in spite of it being the global de-facto-standard. Conversely, this non-normal distribution graph suggests a big potential for improving the lead-time productivity of Japanese industry,

This "short-term profit *penchant*" may be more serious in the U.S. Joseph Stiglitz, Nobel laureate economics prize winner, says; "Why does management fall into short-term profit thinking? As managers are "agents" nominated by "principals" or stakeholders, agents cannot help but pay attention to the current share price, which is the major concern of stakeholders, and the share price tends to be decided by the index like PER (Price Earnings Ratio) or PBR (Price to Book-value Ratio), both of which are strongly influenced by current profits. In fact, Americans have become all the more

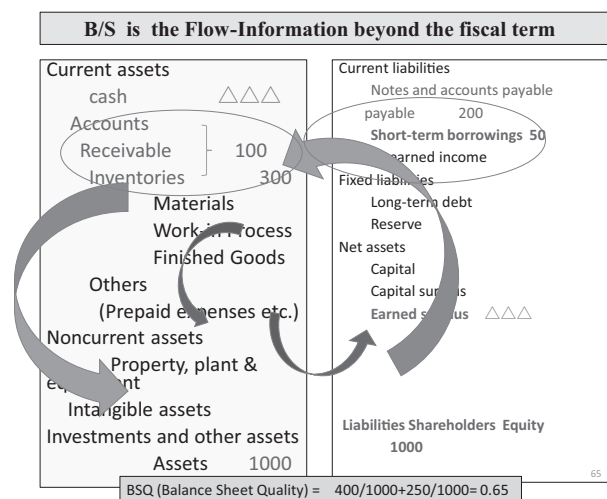
concerned about the short-term reporting profit in the income statement. Furthermore, a large part of managers' remuneration is often linked to the current stock price (stock option) which intensified managers' concern for the current, not future, profits, thus robbing American managers of the energy to pursue a company's long-term reputation."⁽²⁾

This is the background of this paper to propose "Balance Sheet-Based Management" instead of "Income Statement-Based Management" in order to serve the productivity revolution for the 21st century industry.

4.2 Balance Sheet (B/S) is Flow, not Stock, Information

As shown in <Exhibit 8>, the balance sheet is flow, not stock, information in that the procured funds (equity or borrowed capital) flow to the asset or liabilities side of the B/S and are used for the purpose of operation such as paying for procured materials, wages, and accounts payable or for facility investment, and so forth. Then the outcome of these operations returns to the net assets account with incremental (or decremental) cash flows and again starts flowing to the asset or liabilities side. So, the B/S represents circulation of flow of funds on the time axis *beyond the fiscal term*. This perception of "B/S is flow" is the start of the "Balance Sheet-based Management" for lead-time productivity.

< Exhibit 8> B/S is Flow Information



B/S has been said to be "stock information", as it is rendered at each fiscal year-end along with inventory stocktaking work. However, with the advanced IoT technology, progress of material and monetary flow can be tracked in real time so that B/S *inevitably becomes the*

flow information beyond the fiscal term. The faster the velocity of fund circulation, the easier financing, and the more competitive the business becomes so that, with the advanced IoT technology, B/S can constantly measure the transition of all operational accounts, including net assets or net profit.

4.3 BSQ (Balance Sheet Quality) Improvement by the Shorter SCCC

The successful introduction of Lean-TPS, or productivity revolution requires concern for the “velocity” rather than the “volume” , which we call the SCCC. Pursuing SCCC requires more serious concern for the B/S than for the P/L as SCCC is the ratio of the current assets and liabilities against the total assets as seen in the <Exhibit 8>.

Mathematically speaking, P/L statement is not the “flow” information, but only “the gap between the two fixed points at the beginning and the closing with unknown variable amounts in between”. Such a rough measure of P/L calculation based on the full absorption costing condones various *lawful* profit manipulations such as by increasing inventory, pushing sales, etc. Such lawful manipulation for the more short-term profit necessarily deteriorates the quality of B/S. On the other hand, Kaizen (improvement) for the shorter lead time improves the quality of the B/S due to the better (fewer) SCCC. Thus, the BSQ (Balance Sheet Quality) concept measures the degree of evolution of Lead Time Productivity.

< Exhibit 9> BSQ (Balance Sheet Quality)

BSQ(Balance Sheet Quality)

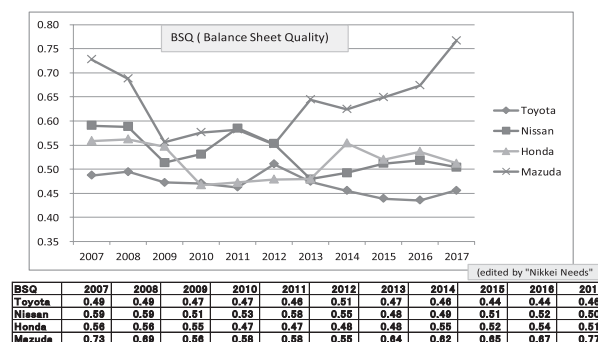
BSQ= M/ A + N/C
 ,where M : Inventories and trade receivables
 A : Total assets
 N : Current liabilities
 C : Liabilities & Shareholders Equity

When Lead Time or NCTR gets better, M/A and /or N/C gets smaller so that BSQ gets smaller.
 The lower the proportion of procured funds used for operation, the better the quality of the balance sheet is.
 BSQ is an “evolution indicator”that should continuously evolve.

Implication: In this formula, the smaller the BSQ value, the better the quality of the balance sheet, which implies that the flow creation capability of the company is evolving. The BSQ index has the effect of curing the

“short-term profit *penchant*” of the firm and contributing to the society through shedding light on the velocity of material and monetary flow. As inventory decreases with the shorter lead time on the debit side, financing for business become less-dependent on borrowing on the credit side, which implies that the ever faster flow continue to enhance funding and investment capacity of the business. Such indices like financial BSQ or non-financial NCTR is to be called “evolution indicator.”⁽³⁾

< Exhibit 10> The Case: Transition of BSQ of Japan's Auto Manufacturers



In B/S-based management, the “lead time productivity” should steadily increase. As “creating flow” evolves, the ratio of operating current assets and accounts payable to the total assets decreases. In <Exhibit 9 >, BSQ, a typical “evolution indicator”, implies that the SCCC value stepwisely gets smaller through *Kaizen* (improvement). As the BSQ value changes more steadily and moderately than the periodic profit-related indicators like ROE, BSQ is able to see more clearly the degree of evolution in profitability and sustainability of the firm. One can see that Toyota’s BSQ value has been steadily evolving since the Lehman shock era, showing the relatively highest competitiveness in Japan’s auto-industry.

4.4 Real Time Balance Sheet Generating System for Creating Flow

This system enables to implement balance sheet-based management to support improving SCCC or “lead time productivity” through organizing “quick and agile” linkage through Gemba (factory) to HQ (headquarters), while updating the flow information quickly. A role model of this is the Kojima Press Co. mentioned above, which is the system of “receipt today, and payment the next day” realized by “one-piece flow” production in Lean-TPS.

The foundation of this system is the balance sheet (B/S), and the goal of the system is to improve the quality of

the B/S (BSQ). The components of this system consists of following three factors:

- ① the notion of "Lead Time Productivity" and the KPI to support SCCC improvement,
- ② theoretical framework of "Balance Sheet-based Accounting",
- ③ utilization of IoT · FinTech technology to promote Lean-TPS.

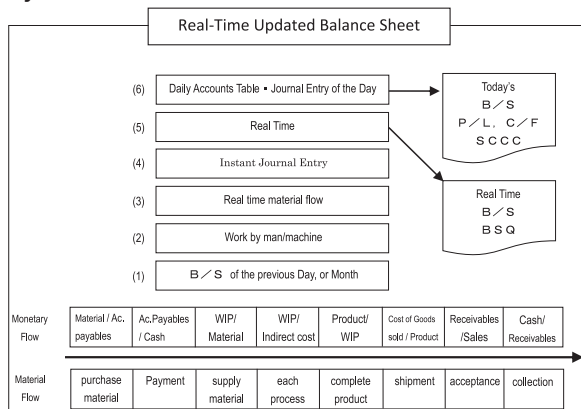
Especially, it should be noted that "condition ③" has been realized only recently at the beginning of the 21st century, giving a serious impact on the framework of accounting theory, or even on the macro-economics.

With the advanced IoT · FinTech technology, profit can be grasped *in real time* by means of the "pure B/S⁽⁴⁾" generated by real-time tracking of the continuous material flow in the process. As a result, P/L statement is no longer a leading statement of financial accounting report, but just a "breakdown details of B/S", as P/L is issued only when a "detailed statement" of net assets or fiscal profit is requested. Such B/S based financial accounting structure has become feasible only recently on the basis of real time tracking technology of IoT.

Theoretically, "B/S-focused accounting" regards the B/S as "the head of financial accounting statements, which may seem to be a revival of the old "Asset/Liability approach" for periodic profit calculation. However, today's implication of this scheme is entirely new in that it can measure *the degree of evolution*, providing BSQ as an indicator for mid- or long-term profitability and sustainability of the company.

To serve the successful introduction of Lean-TPS, evolution indicators such as NCTR, SCCC, and BSQ are updated daily by *pure* B/S visualized and shared by managers, production planners, and accounts at HQ so that all of the related people in a firm can share the excitement of promoting *Kaizen* for the ever-shorter material and monetary flow.

< Exhibit 11> Real-Time Balance Sheet Generating System >



The outline of processing is as follows.

- ① IoT technology with QR code tracks the material flow of such processes as procuring raw materials (i.e., invoice, inspection, and payment), then after releasing materials into the factory, processing at each process (finishing, transporting, and the final collection of sales price) is likewise tracked by reading QR codes at each process.
- ② Grasped material flow is journalized successively into monetary accounts, and the balance sheet for related parts is updated in real time. This balance sheet is just what we call "pure balance sheet", which is much *more reliable than the conventional "fair-value based B/S"* for measuring the degree of "evolutions" of Gemba power which is least affected by external market factors. Furthermore, by matching this real-time B/S with the BOM (Bill of Materials) master and scheduling file, it is possible to immediately point out any abnormality that happened to each process of each individual lot.
- ③ At the end of the month, by means of automatic translation, this all acquisition-value based "pure B/S" can be translated into the "fair-value based" or any other institutional financial accounting reports. Thus, today's advanced IoT technology has enabled to offer such "different balance sheets according to different purposes."

5. Conclusion

After the hollowing-out economic crisis of Japan in the 1990s, Japan's "SMEs (small and medium enterprises), especially those engaged in "integrated type" products that require "coordinative and cooperative adjustment in the process", started returning to their home town in Japan from mainland China at the beginning of 2000s. The reason for their retuning home was then steadily shrinking wage gap between the two countries from twenty times to four times, and these Japanese SMEs had begun to feel confident in dealing with this degree of wage gap. The base of their confidence was their ability to do continuous *Kaizen* through Lean-TPS.

Based on this background, this paper started distinguishing the notion of "lead time productivity" strictly from the conventional "resource operating productivity", which is a must for successfully introduce Lean-TPS, and the author of this paper presented a new hypothesis: "Lean-TPS is very easy to implement, but depending on three conditions."

With regard to implementing Lean-TPS, the world is divided into two schools of “Very Easy” vs. “Extremely Difficult”. However, this paper proposes a new hypothesis that if only the following three conditions are met: (1) president’s own unyielding commitment to lead time productivity; (2) enlightenment by “half-day paper plane folding game”; (3) HQ accountants adopt SCCC as KPI to support Gemba’s creating flow efforts, then the success rate of introducing Lean-TPS or productivity revolution becomes quite high. On the other hand, this means that if even only one of these three conditions is absent, then Lean-TPS is almost impossible to introduce, which is not usual in Japan, as well as overseas.

Lean-TPS suffered a serious conflict with traditional accounting theory in the last century, which became an obstacle in successfully introducing Lean-TPS⁽⁵⁾. Fortunately, however, with the help of advanced IoT technology, we are overcoming the rough dualism in the conventional accounting theory like “P/L as flow” and “B/S as stock” information and this paper proposed the “Balance Sheet- based management” as a means for HQ power which can positively support lead time productivity and Lean-TPS.

Real-time tracking technology of IoT enables to measure both the physical KPI of NCTR and the financial KPI of SCCC, thus supporting a paradigm shift from “Resource Operation Productivity to Lead-Time Productivity” or, simply, from “volume to velocity.”

A particularly important message of this paper is the comparison between “CCC” and “SCCC”, and the emphasis on the Balance Sheet focused management. In designing the viable KPI for management control system to serve “B2B productivity” or Lean-TPS, you should choose without hesitation “SCCC” which recommends “pay earlier” rather than “CCC” which condones “pay later” to suppliers. The shorter SCCC results in a better BSQ (Balance Sheet Quality) and a smarter society.

Notes

- (1) To be precise, the equation of CCC (Cash Conversion Cycle) is inaccurate as it does not represent the cash “conversion”, but represents merely “required funding period” for each company, while the sum of SCCC (Supply Chain cash Conversion Cycle) equals to the total supply chain cash conversion of the national economy.

- (2) Stiglitz, J. (2004), *The Roaring nineties-why we’re paying the price for the greediest decade in history*, Penguin Books
- (3) Supplement: The reason for excluding the cash and deposit account from current assets “M” of the BSQ equation is because of an ambiguous character of cash in that the cash increase by *Kaizen* is at first a good news, but stagnation of the once-increased cash on the debit side of B/S is rather an unwelcome news for equity-holders.
- (4) Fiscal profit can be measured as the difference between the beginning and the closing amount of the net assets in B / S that maintains the clean-surplus relationship in which all accounts in B/S are recorded and kept by the book value or the “acquisition costs” before giving any closing adjustment. This “all input rice based B/S” is what the author of this paper call “pure B/S”.
- (5) Johnson and Kaplan (1987)

Bibliography

- 1) Blackmore, S. 1999. *The Meme Machine*, Oxford University Press, New York.
- 2) Cooke Philip, World Turned Upside Down: Entrepreneurial Decline, It’s Reluctant Myths and Troubling Realities, *J-Open Innov. Technol. Mark Complex*, 2019 5(2) 22
- 3) Hope, J & Fraser, R. 2003. *Beyond Budgeting- How Managers Can Break Free the Annual Performance Trap*, Harvard Business School Press.
- 4) Johnson, T. and Kaplan. R. 1987. *Relevance Lost - The Rise and Fall of Management Accounting*, Harvard Business School (HBS).
- 5) Johnson, T. 1992. *Relevance Regained - From Top Down Control to Bottom-up Empowerment*, The Free Press.
- 6) Johnson, T. & Bröms, A. 2000. *Profit Beyond Measure- Extraordinary Results Through Attention to Work and People*. The Free Press.
- 7) Kawada, M. and Johnson. D. 1993. Strategic Management Accounting Why and How, *Management Accounting*, August 1993. pp32-38 (Certificate Appreciation Award, 1993-1994)

- 8) Kawada, M. 2007. Can Accounting Aid the Pull-production System? (in Japanese) , *Organization Science, Tokyo Univ.*
- 9) Kawada, M. 2010. From Profit to Profit Potential—Re-design the Performance Indicator to Support Toyota Production System, *Meijo Univ. Ronso.*
- 10) Praseeratasang Nat, Rapeepan Pitakaso et al., Adaptive Large Neighbourhood Search for a Production Planning Problem Arising in big Farming, *J-Open Innov. Technol. Mark Complex*, 2019 5(2) 26
- 11) Spear, S. and Bowen, H. 1999. Decoding DNA of the Toyota Production System, *Watertown, MA. Harvard Business Review September-October.* pp.96-106
- 12) Stark. W, 1956, *The Sociology of Knowledge - An Essay in Aid of a Deeper Understanding of the History of Ideas*, Routledge & Kegan Paul Ltd., London (Translation in Japanese by Chuhei Sugiyama, Minerva,1960)
- 13) Stiglitz, J. 2004. *The Roaring Nineties-Why We're Paying the Price for the Greediest Decade in History*, Penguin Books
- 14) Waldrop, M. 1992. *Complexity - the emerging science at the edge of order and chaos*, Touchstone

地方財政政策「減税基金」の効果に関する研究 —愛知県のケースを中心に

The study of Effectiveness of Fiscal policy “Tax reduction fund” — Aichi Prefecture's cases for example

李嗣堯、呂政諭

台中科技大学大学院日本市場経営戦略研究科

Graduate School of Japanese Market and Business Strategies, National Taichung University of Science and Technology

要旨

現在の日本経済を見ると様々な問題が窺える。とりわけ、グローバル化における国内の製造業への衝撃と急激な円高や景気低迷によって表面化・加速化した製造業の空洞化は、無視できないものである。

そこで、日本の愛知県が産業空洞化に対応するため、同県の重要な企業の海外進出を引き止めることと技術力を強化する対策として、2012年から同県が、産業空洞化対策減税基金(以下「減税基金」と言う。))を原資として、企業立地及び研究開発・実証実験を支援する補助金制度を創設した。

本研究では、このような製造業の空洞化を背景として制定された財政政策「減税基金」の効果性を評価することを目的とする。研究手法としては、(a)この補助制度を四年以上採用していた企業、(b)愛知県においては比較的競争力を持っている企業を基準にして選び、それらの企業財務諸表のデータを収集した。主なデータは減税基金効果の判定に関係する損益科目を利用し、収益性及び成長性を評価できるIFRs財務比率を計算し費用便益分析を行う。その検証結果に基づき、政策の効果性がどのくらいあるかを評価する。

キーワード：減税基金、補助金、空洞化、政策評価、IFRs

1. はじめに

現在の日本経済を見るとグローバル化における産業への衝撃と急激な円高や景気低迷による産業空洞化は無視できないものである。

詳しく見ると、過去数年において製造業における雇用等の状況も、大きくその構造を変化させている⁽¹⁾。「2016年における愛知県内企業の海外事業活動」にまとめられた愛知県海外生産比率によると、製造業全体では1990年から2013年にかけて大幅に上昇した⁽²⁾。このような状況に対して日本国内の設備投資が停滞し、結果的に雇用が失われる産業空洞化が進行した⁽³⁾。

そこで、2012年から愛知県は産業空洞化に対応するため、産業空洞化対策「減税基金」を原資として、企業立地及び研究開発・実証実験を支援する補助制度を創設した[愛知県産業労働政策課(2012)]。この財政政策は、2018年で6年も経過したが、未だに財政政策の効果性を評価する報告や研究がされない現状であった。

本研究ではこれに対して、まず、最も適正な評価方法を考案し、次にその評価方法によって政策の効果性を評価することを目的にする。なお、産業空洞化に対して「生産の海外シフトにより、国内経済のイノベーションが停滞し、長期的に成長力が低下すること」という狭義的な

定義と「比較優位構造の変化にもとづく産業構造の転換」という広義的な定義があるが⁽⁴⁾、現在愛知県の状況から観測すると企業の海外事業活動はすべて空洞化に限らないものの、本研究では「減税基金」の効果性を評価するためにその政策の目標及び補助範囲から判断し、「空洞化」を狭義的に定義する。

本研究の構成は以下のようになっている。はじめに本研究の研究背景と課題を示した上、本論の構成を述べる。第二章では、日本産業空洞化の背景と定義を説明し、その対策としての政策効果の検証方法を検討し、本研究で用いる検証モデルを提起する。第三章では、日本製造業における地域的な空洞化の背景及び愛知県における製造業の現況を説明して愛知県を研究対象とする理由を説明する。第四章では、検証モデルを詳細に説明した上、政策の効果分析を行う。最後に結論をまとめた上、今後の課題を述べる。

2. 本研究の分析視点と先行研究

2.1 日本の産業空洞化と減税基金との関連

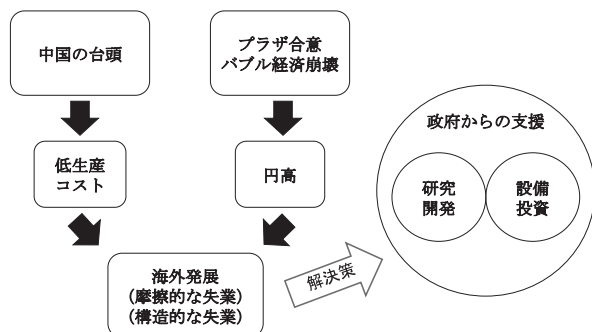
日本の産業空洞化がもたらす問題及びその必要対応策の研究に関して表2.1.1にまとめたように上野ほか(2012)、高ほか(2013)、清田(2014)の論文がある。

表 2.1.1. 日本産業空洞化に関する研究

論文 / 作者	研究結論
再燃する産業の空洞化～国内外からのアプローチ～ / 上野英朗・潮田裕子・岡本拓也・杉山和史 (2012)	政府の支援によって外資企業の流入や雇用の創出を拡大することが考えられる
日本の産業空洞化への対応 経済戦略と企業戦略、二つの視点からの考察 / 高子原・堀高志・劉姫芳 (2013)	具体的産業政策として特に国内立地企業が競争力を発揮しようとするため、国内での高度技術の開発や新規産業の創出でより高い生産性を作るのが必要である
直接投資は産業の空洞化をもたらすか—1990年代以降の実証研究のサーベイ— / 清田耕造 (2014)	直接投資によって工場が国内から海外に移転することで摩擦的な失業を生む可能性があるため、国内の新製品の生産や新規の設備投資が必要となっている

出所：上野ほか (2012)、高ほか (2013)、清田 (2014) の研究を基に筆者作成

図 2.1.1 本研究との関連性



出所：表 2.1.1 と同じ

まず、上野ほか (2012) は、外資企業の誘致や雇用の創出を拡大するには政府の支援が不可欠なものであると述べている。次に、高ほか (2013) では、産業によって空洞化の内容を整理し、企業側のコントロールにおいて、本社機能の強化、製品の付加価値化、研究開発の向上、多角化などが、今後発展していくにはますます重要な意味を持つと指摘した。また、研究開発や雇用機会の創出と構造失業の解消が日本経済の今後を大きく左右するとも述べている。最後は、清田 (2014) は海外展開による直接投資に対して四つの問題点を挙げた。その中で雇用に言え、直接投資によって工場が国内から海外に移転することで、短期的には直接投資は摩擦的な失業を生む可能性があるとして指摘し、具体的産業政策として特に国内立地企業が競争力を発揮できるよ

うに、国内での高度技術の開発や新規産業の創出でより高い生産性と雇用率を作ることが重要だと述べている。

これらの研究は、それぞれ異なる視点から日本における製造業空洞化の現象を確認したが、いずれも製造業空洞化を改善するには愛知県は必ず何かの対策を取る必要があると主張している。そこで、図 2.1.1 が示しているように、製造業空洞化の解決策として、現在愛知県は企業立地及び研究開発・実証実験を支援する補助金制度「減税基金」がそのための対策だと考えている。

2.2 政策の効果性による評価方法

本節では、補助金政策という財政政策を研究対象とし、その政策の効果を評価した研究を表 2.2.1 にまとめ、その内容を検討する。

烏谷 (2007) の研究では、政府と補助金を受けていた企業は情報が対称的であれば政策が有効であると主張した。また、野下 (2016) では産業関連表によって政策の効果を検証し、地方自治体が中小企業政策の実施に関して蓄積効果や人・組織の学習効果が生まれたという結論を導き、地域の独自性を活かした政策を行うことが可能であると述べた。

Wei (2010) が BS モデルを用いて補助金政策を導入する前後の差異を計量的に検証し、補助金政策が企業の数と対称的なコスト効果があると証明し、補助金政策が有効であるという結論を導いた。João Sousa & Neil Duncan (2010) では会計学の概念を活かした計量的な検証モデルを制定し、価格弾力性を推計する計量的な分析を行い減税政策の効果性について評価した。

本研究では、「減税基金」に対してより適正な評価方法を検討し、より詳細に企業側の資料を取り入れ、前述した Wei (2010) や João Sousa & Neil Duncan (2010) と同じく企業の財務データを利用したのがよいと考えている。

しかし、Wei (2010) の研究は、企業の分類した財務データからではなく、ごく広範囲のデータで分析を行っており、減税基金の効果性を評価するにはやや正確性が欠けていると思われる。

また、João Sousa & Neil Duncan (2010) の研究では、研究開発だけの分析及び評価を行っており、設備投資、研究開発、効用拡大の三つの項目に支援している減税基金に対しては適合的ではないと考えられる。

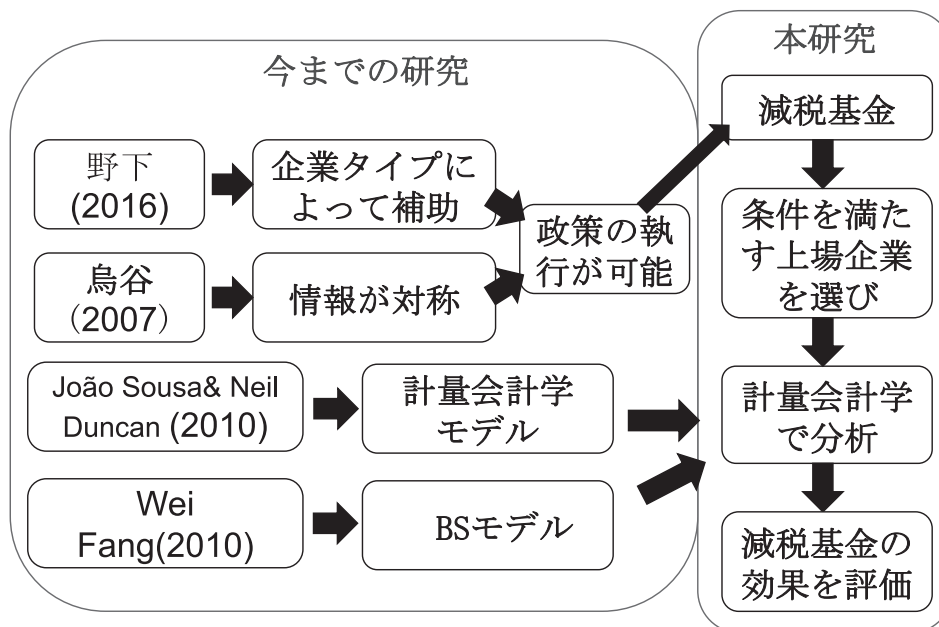
そこで本稿では、図 2.2.1 が示しているように、まず情報が対称的な「減税基金」が一定の効果性を持っているという主張を踏まえ、主に João Sousa & Neil Duncan (2010) と同様に企業の財務データに減税基金効果の判定に関係する、特に損益関係の勘定科目を利用し、IFRs 財務比率を基に収益性及び成長性を評価できる財務比率を考え、それらの比率で計算して費用便益分析を行い、その結果に対して評価する。

表 2.2.1. 政策の効果に関する研究

論文 / 作者	研究方法	研究結論
An Evaluation of Research and Development Tax Credits/ João Sousa& Neil Duncan (2010)	企業が研究開発投資税額控除制度を利用した後の経年データを用いた、英国における研究開発投資の価格弾性値を推計	費用便益比として1ポンドの税収減によって0.41～3.47ポンドの新たな研究開発投資を産み出すという結果を得た。
A Note on Managerial Delegation in Oligopolistic Competition with Symmetric Costs/ Wei Fang(2010)	BSモデルを用いて補助金政策を導入していた前後の差異を検証する	BSモデルで検証したところで、補助金政策が企業の数と対称的なコスト効果があると証明し、いわゆる補助金政策が有効である
自治体中小企業政策における効果と有効性の検証～大阪府東大阪市を事例として～ / 野下直樹 (2016)	1. 産業関連表を用いて政策の効果を検証する 2. 効果システムで政策を効果の種類によって分類する	地方自治体が中小企業政策の実施にあたって、蓄積効果や人、学習効果を生み、地域の独自性を活かした政策を行うことが可能となる
企業の研究開発に対する補助金の経済学的分析 / 烏谷卓也 (2007)	モデルで研究を情報が非対称か対称に二つのタイプを分け、補助金政策を評価する	情報が対称な場合では研究のタイプに応じて採用した補助金は社会的余剰が最大になることを示した

出所：João Sousa& Neil Duncan (2010)、Wei(2010)、野下 (2016)、烏谷 (2007) を基に筆者作成

図 2.2.1 本研究との関連性



出所：表 2.2.1 と同じ

3. 減税基金

この章では、まず「減税基金」の背景を説明し、この政策の目標に言及する。第二節では、「ものづくり県」と言われる愛知県の製造業の現状を紹介し、雇用状況を述べる。最後は、「減税基金」の採用状況を紹介し、制度の

仕組みを説明する。

3.1 減税基金の背景とした地域的な産業空洞化

経済企画庁 (1998) では、地域に着目して空洞化問題を分析している。製造業のシェアは91～94年で3%程度低下した。また、急速な円高により、海外生産や輸入が急増したため国内製造業の空洞化が懸念されている。

その結果、製造業をはじめその周辺産業の雇用の減少が起きている。

地域における産業空洞化による雇用減少への方途としては、構造変化の中で女子パート等を中心に雇用を伸ばした地域の小売業がある一方、雇用増加が期待できない建設業があり、雇用の中心として製造業が新たな対応を迫られている。政府として、大都市の建設コスト増などから地域に各種産業の新鋭工場の建設による雇用増加の寄与に期待してきた [内閣府 (2005)]。

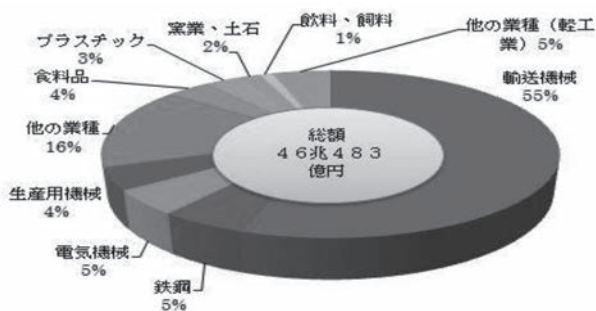
地域における付加価値と雇用を創出するため、愛知県は「減税基金」を制定するとともに、減税措置を採用している他県とは異なる補助金政策で地方企業への支援を始めた。それは、特に愛知県のような製造業が高い割合を占めている地方経済において、製造業の雇用状況に一定の影響をもたせると考えられる。

3.2 愛知県における製造業の現況と雇用状況

愛知県はトヨタ自動車を筆頭に自動車関連企業が数多く存在することで知られ、また、全国三大工業地帯の1つでもある中京工業地帯を中心に製造業が広範囲に立地している。ちなみに、2015年の愛知県の県内総生産は35兆9,903億円で、東京都、大阪府に次いで全国第3位となっている。

図3.2.1の示すように、産業別ではサービス業を始めとする第三次産業の割合が約6割を占めており、製造業を始めとする第二次産業の割合が約4割を占めている。特に、製造業の構成比が33%と一位であり、全国からみても極めて高いことは、愛知県の産業構造の特徴の1つとなっている⁽⁵⁾。

図 3.2.1 2015年製造業出荷額の構成比（業種別）



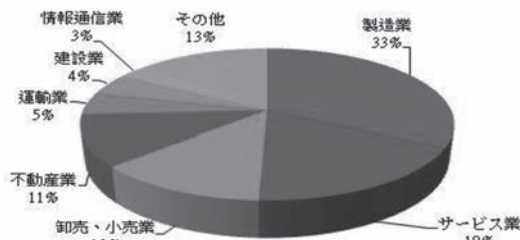
出所：愛知県広報聴取課 (2017)

「あいちのあらまし（産業）」のデータにより作成

また、製造業での出荷額を観測すると、2015年の製造品出荷額等は46兆483億円で38年連続全国第1位となっている。また、図3.2.2が示しているように製造品出荷額等を業種別でみると、輸送機械、鉄鋼、電気機械、生産用機械の順になっていた。ちなみに、愛知県内の2015年の工場立地の件数は68件で、全国第2位（前年第5位）

となっている。愛知県は名実ともに「モノづくり県」であるとも言えよう [産業労働政策課 (2017)]。

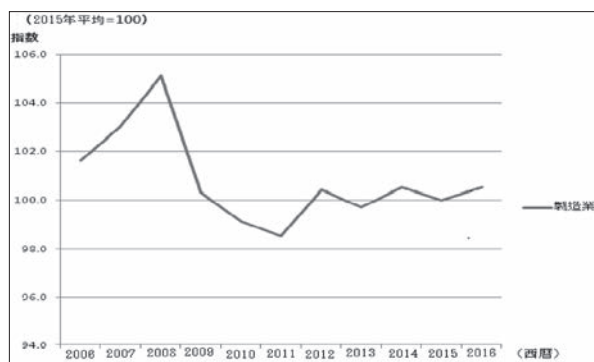
図 3.2.2 愛知県内総生産（2015年）



出所：愛知県のあいちのあらましに基づいて筆者が作成

次に、愛知県における労働環境の状況を概観すると、2008年に発生したリーマンショック後、日本経済は景気後退に陥り、完全失業率が大幅に上昇し、労働環境は厳しい状況が続いた (図3.2.3)。

図 3.2.3 愛知県における製造業指数の推移



出所：愛知県文化庁統計課 (2016)

「愛知県の就業状況」のデータを基に筆者作成

しかし、2012年に「減税基金」が実施されてから雇用状況の傾向としては、完全失業率がリーマンショック前の水準に回復するなど労働環境が大きく改善し (図3.2.4)、人手不足感が顕在化してきている。製造業においては、第2次産業は事業所の規模が大きくなり、雇用機会も多くなることが推測されている⁽⁶⁾。

図 3.2.4 完全失業率の推移（全国と愛知県）



出所：愛知県文化庁統計課 (2016) 「愛知県の就業状況」

3.3 補助金制度の仕組み

減税基金については、愛知県の公式サイトで公開した内容 [愛知県産業労働政策課 (2012)] によると、2012年11月4日に県内製造業が直面している課題である産業空洞化に対応するため、法人県民税減税に代替する措置として、毎年度その10%に相当する50億円程度を「基金」に積み立て、これを原資として企業立地、研究開発、実証実験などの分野に対して支援する補助制度と土地の購入に関する減税措置を創設する方針を発表した。補助制度及び減税措置について以下其々の仕組みを簡単に説明する。

企業立地の支援においては、大規模投資案件に対応するため現行の高度先端産業立地促進補助金制度を改正し、工場・研究所の設備投資や雇用創出効果をもたらす中小規模の県外企業の新規立地及び県内企業の再投資を支援する補助金制度を創設した。研究開発及び実証実験の支援においては、当地における付加価値の高いモノづくりの継続・拡大につなげる観点から、将来の成長が見込まれる分野において企業等が行う研究開発及び実証実験を支援する補助制度を創設した。

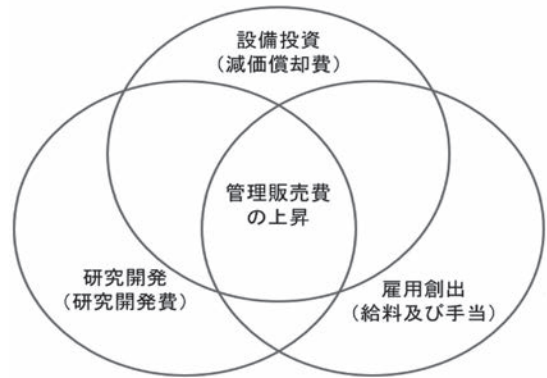
減税基金による補助金制度は、補助する範囲、金額及び目的は相当に透明的であるため、この制度の利用によって企業の勘定科目の金額にどのような変化がもたれたかをみることができる。

一方、不動産による減税措置は、補助金と違って受動的な制度であり、日本企業が不動産を取得する際に、税金を免除また軽減されることを指している。減税措置では勘定科目及び金額の判定が困難であるため、今回の研究では上述した補助金の部分のみに対して分析を行い、政策の効果を評価する。

愛知県の公式サイトではどの企業が減税基金による補助を受けているかは公表しているが、具体的にどのような補助を受けているか示されていない。本研究では補助金制度の利用によって変化が起きた勘定科目を利用して分析を進める。

補助金の利用によって影響された、特に損益関係の勘定科目は図3.3.1のように、設備投資では固定資産を購入したために減価償却費がそれと伴に増加する。また、雇用創出を狙って従業員数の増加と伴に給料及び手当の金額が増える。最後に研究開発では新しい製品か技術を研究開発するには研究開発費がそれと伴に増える。それぞれの補助金によって結果的に管理販売費を増やせると同時に、より多くの利益か雇用数を創出することができると期待される。

図 3.3.1 減税基金による企業の勘定科目に及ぼす影響

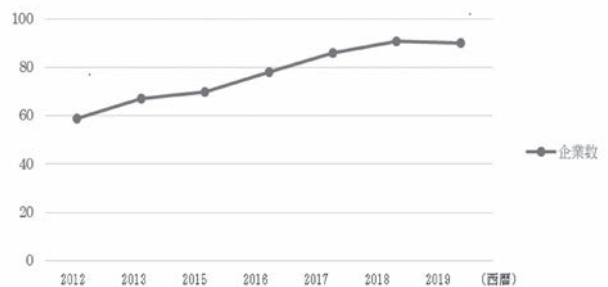


出所：筆者作成

3.4 減税基金の進捗

減税基金の進捗については、愛知県における産業労働部産業労働政策課の報告書によると、図3.4.1に示したように2012年の59件からスタートし2018年に90件まで増加する傾向が見られる。また、2018年までの合計で採用した企業数は大企業が111件(25%)、中小企業が340件(75%)である。

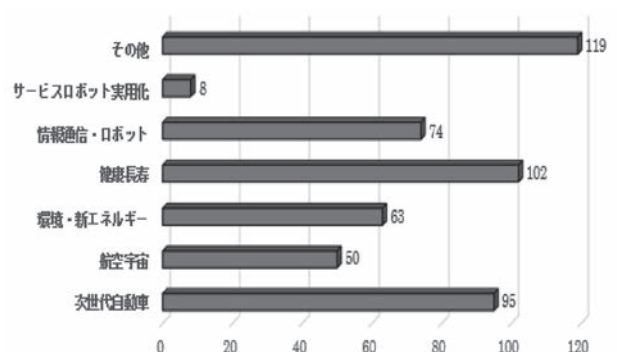
図 3.4.1. 毎年度採用していた企業数



出所：愛知県産業労働政策課 (2017) 「新あいち創造研究開発補助金採択案件一覧」のデータにより筆者作成

産業別に見ると、次世代自動車に95件(18%)、航空宇宙に50件(11%)、環境・新エネルギーに63件(12%)、健康長寿に102件(19%)、情報通信・ロボットに74件(14%)、その他に119件(26%)がある(図3.4.2)。

図 3.4.2. 採用案件の内訳



出所：図 3.4.1 と同じ

以上のデータから見ると、「減税基金」は2012年に実施されてから、健康長寿と次世代自動車をはじめ、様々な産業において多くの日本企業に活用されている。

4. 政策の効果性における分析

この章では、まず本研究の分析ツールとなるIFRs財務比率及びそれを基に検討した比率についてその意義と関連性を説明し、公式化して分析モデルを作る。次に、研究対象企業を選定する原則を説明したうえで、対象となる企業を決め、本研究に必要な財務データを収集する。最後は、収集した財務データを分析モデルで計算し、その結果を図表化し、政策の効果性について評価する。

4.1 本研究で使用する財務比率

まず、IFRs国際財務報告基準によって減税基金制度と、最も関連性を持って収益性及び成長性を評価できるIFRs財務比率を取りあげる。それ以外にも、IFRs財務比率に基づく「減税基金」の補助範囲によって、より補助金の効果性を評価できる減税基金効用指標を作成する。最後はこれらの財務比率について説明して分析モデルを確定する。

①. 減税基金効用指標

意味：前述した「減税基金」についての説明のように、この政策が補助範囲によって企業への支援をする度に、企業の運営が正常運転している場合では、研究開発費、給料及び手当及び減価償却費などの販売管理費用のうち、少なくとも一つが発生すると考えられる。そこで、

本指標を利用して「減税基金」と最も関係する費用勘定科目の割合が上昇しているかどうかを見て、企業は政府に求められた補助金の用途で運用しているかどうかを明らかにする。

本研究との関連性及び見方：この指標は、企業の「減税基金」に関する営業活動への投資費用率は増加しているかどうか観測できる指標である。この比率の傾きが正になっていく場合では、企業は政府が求めたように補助金を運用していると考えられる。

数式：減税基金効用指標 = (研究開発費 + 給料及び手当 + 減価償却費) ÷ 販売管理費

②. 営業利益率 (本業収益力を示す指標)

意味：国際財務報告基準IFRsによれば、営業利益率は売上高から売上原価と管理販売費を差し引いた営業利益の売上高に対する割合である。この指標は企業の主たる業務から得られる収益と、この収益に対応する営業費用をもとに計算する。従って、これを分析することで、会社ごとの財務構造からの影響を排除した上で、本業でどのぐらい効率的に儲けたかという本業での収益力が知られる。

本研究との関連性及び見方：この指標は企業が営業活動を行う際に、本業での収益力を観測する指標である。この指標を利用し、比率の傾きが正になっていく場合では、企業が補助金を受けてから減税基金に求められた投資を増加した上での本業での収益力が上昇していると考えられる。

数式：営業利益率 = (売上高 - 売上原価 - 販売管理費) ÷ 売上高

図 4.1.1 減税基金効用指標の公式化

$$\text{公式化：} \sum_{i=1}^n \left(\frac{RC_i + SC_i + DC_i}{RE_i} \right) = \left(\frac{RC_1 + SC_1 + DC_1}{RE_1} \right) + \left(\frac{RC_2 + SC_2 + DC_2}{RE_2} \right) + \dots + \left(\frac{RC_n + SC_n + DC_n}{RE_n} \right)$$

i : 会社
n : 会社数
RE : 販売管理費
RC : 研究開発費
SC : 給料及び手当
DC : 減価償却費

出所：筆者作成

図 4.1.2 営業利益率の公式化

$$\text{公式化：} \sum_{i=1}^n \left(\frac{(S - SE - RE)_i}{S_i} \right) = \left(\frac{(S - SE - RE)_1}{S_1} \right) + \left(\frac{(S - SE - RE)_2}{S_2} \right) + \dots + \left(\frac{(S - SE)_n}{S_n} \right)$$

n : 会社数
i : 会社
RE : 販売管理費
S : 売上高
SE : 売上原価

出所：筆者作成

③. 経常利益率（企業収益力を示す指標）

意味：経常利益は日常的に発生する営業活動と財務活動から生じる収益を表し、企業の本来の実力を計る目安とされる。経常利益率は経常利益の売上高に対する割合である。この数値が高いほど企業の経常的な競争力があると見て取れる。企業の営業利益率と経常利益率に異なる傾向が示された場合、それだけ会社の財務活動に含める営業外活動収支で企業の収益力が異なることが明らかになる。

本研究との関連性及び見方：この指標は企業経常的な競争力があるかどうかを見て取れる指標である。この指標を利用し、比率の傾きが正になっていく場合では、企業が政府の補助金を受けてから営業外活動収支を含めて経常的な収益性の上昇が見られると考えられる。

数式：経常利益率 = (営業利益 + 営業外収益 - 営業外費用) ÷ 売上高

4.2 研究対象となる企業

ここでは、まず「減税基金」を受けた企業について検証対象企業を選定する基準を説明する。

愛知県産業労働政策課で公開されたデータによれば、2012年から2018年にかけて「減税基金」を受けた企業数は451社であった。まずはその中からこの補助金制度を4年以上受けていた5社の上場企業を取りあげる。

また、売上高による愛知県上場企業業績ランキング⁽⁷⁾がある。そして従業員の平均年収、平均勤続年数及び社員数によって日本の優良企業ランキング⁽⁸⁾にある。こ

こではそれぞれの100位まで取り上げ、この二つの条件を同時に満たす上場企業を検証対象企業候補として選定し、そこから補助制度を2年以上受けていた5社の上場企業を取りあげて、はじめに選定された5社と合わせ、検証対象企業として以下の10社を決めた。

- (a) 補助金制度を4年以上受けていた上場企業
 - i. アイサンテクノロジー(株)：2013～2017年
 - ii. シンフォニアテクノロジー(株)：2013～2015.2017.2018年
 - iii. (株)ソトー：2014～2016.2018年
 - iv. オーエスジー(株)：2014～2017年
 - v. (株)ノリタケカンパニーリミテド：2013～2016年
- (b) 愛知県において比較的競争力を持っている優良上場企業
 - i. トヨタ自動車(株)：愛知県全業種優良企業第2位
 - ii. アイシン精機(株)：愛知県全業種優良企業第6位
 - iii. トヨタ紡織(株)：愛知県全業種優良企業第8位
 - iv. 豊田合成(株)：愛知県全業種優良企業第9位
 - v. 新東工業(株)：愛知県全業種優良企業第40位

次に、本研究では前述した研究対象となる上場企業10社の公式サイトに公開された財務諸表から、2011年から2018年までの8年の財務データを収集し、前述した本研究で使われている財務比率の分析モデルで計算する。最後に、計算によって得た数値を用いて図表を作成し、各企業の経営状況と減税基金の費用対効果に対して分析を行い、その結果に基づいて表4.3.1のように整理する。なお、企業のタイプ別については、後ほど詳細に説明する。

図 4.1.3 経常利益率の公式化

$$\text{公式化} : \sum_{i=1}^n \left(\frac{KR_i}{S_i} \right) = \left(\frac{KR}{S_1} \right) + \left(\frac{KR_2}{S_2} \right) + \dots + \left(\frac{KR_n}{S_n} \right) \quad \begin{matrix} n : \text{会社数} & KR : \text{経常利益} \\ i : \text{会社} & S : \text{売上高} \end{matrix}$$

出所：筆者作成

表 4.3.1 研究対象となる企業の分析順番

	減税基金 効用指標 (4回以上)	減税基金 効用指標 (3回以上)	営業利益 率(4回以 上)	経常利益 率(4回以 上)	タイプ
アイサンテクノロジー	●	●	●	●	A
トヨタ紡織	◎	●	●	●	A
新東工業	●	●	◎	◎	B
トヨタ自動車	◎	●	●	●	A
アイシン精機	●	●	◎	●	B
豊田合成	◎	◎	◎	◎	D
シンフォニアテクノロジー	◎	●	●	●	A
ソトー	●	●	●	◎	A
オーエスジー	◎	◎	●	●	C
ノリタケカンパニーリミテド	◎	◎	●	●	C
	40%	70%	70%	70%	

注：2012年から2018年までの各年度と前年度を比較した7回について、表記（括弧内）の回数以上の企業を●、そうではない企業を◎とする。

出所：筆者作成

4.3 分析の結果による分類

ここでは、前述した各企業における図表分析の結果を減税基金効用指標、販売管理費率及び営業利益率の三つの条件で以下の四つのタイプに分類する。

表 4.3.2 減税基金による効果性の分類

	減税基金効用指標 (3回以上)	営業利益率 (4回以上)	経常利益率 (4回以上)	企業数(合計10社)	
A	●	●	●	4	5
	●	●	◎	1	
B	●	◎	◎	1	2
	●	◎	●	1	
C	◎	●	●	2	
D	◎	◎	◎	1	

出所：筆者作成

2011年から2018年まで持続的に販売管理費率変化の傾きが負であり、営業利益率変化が正となっている場合、そして減税基金効用指標に正の傾きが三年以上になっている場合は、条件を満たすと判断し、「●」とつける。そうではない場合は「◎」とつける。以下は四つのタイプの企業がそれぞれどのような意味を持つかを説明する。

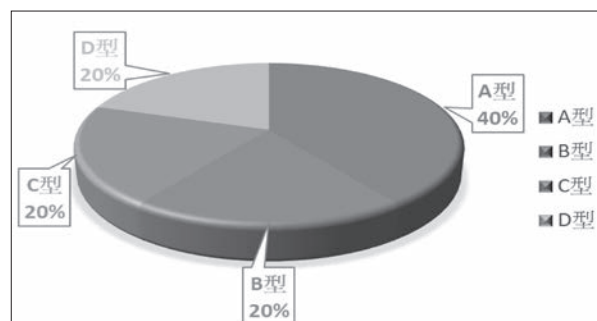
- (1). A型：このタイプに分類された企業は、減税基金による補助金を受けて、愛知県の期待通りに政策の補助範囲で資金の導入が確認でき、企業本業の収益性も上昇していく傾向がみられる。「減税基金」において最も理想的なタイプである。本研究の分析を通して、アイサンテクノロジー、トヨタ紡織、トヨタ自動車、シンフォニアテクノロジー及びソトーはこのタイプの企業に属する。
- (2). B型：このタイプに分類された企業は、減税基金による補助金を受けて、同県の期待通りに政策の補助範囲で資金の導入が確認できたが、企業本業の収益性は上昇した頻度がやや少なめであった。「減税基金」において資金の導入があるように見えても、その企業の収益性は、期待通りの上昇に達していない。本研究の分析を通して、新東工業及びアイシン精機はこのタイプの企業に属する。
- (3). C型：このタイプに分類された企業は、減税基金による補助金を受けて、同県の期待通りに政策の補助範囲で資金の導入が確認できなかったが、企業本業の収益性は上昇していく傾向がみられる。「減税基金」政策にやや不完全なものに思われるタイプである。本研究の分析を通して、オーエスジー及びノリタケカンパニーリミテドはこのタイプの企業に属する。
- (4). D型：この種類に分類された企業は、減税基金による補助金を受けて、同県の期待通りに政策の補助範

囲で資金の導入が確認できず、収益性も上昇していないようにみえる。「減税基金」においては理想に最も離れたタイプである。本研究の分析を通して、豊田合成はこのタイプの企業に属する。

4.4 小結

図 4.3.1 が示しているように、研究対象となる 10 社の上場企業に対して、最も理想的な A 型企業は 5 社もあり、全体の 5 割を占めている。減税基金に関する資金の導入が確認できたが、収益性は上がっていない B 型企業は 2 社であり、全体の 2 割を占めている。減税基金に関する資金の導入が確認できなかったのに、収益性は上がった C 型企業は 2 社であり、全体の 2 割を占めている。減税基金に関する資金の導入も確認できず、収益性も上がっていない D 型企業は豊田合成の 1 社で全体の 1 割を占めている。

図 4.3.1 各企業における効果性型の割合



出所：本研究の分析結果を基に筆者が作成

本研究の分析を通じて以下三つの事実が見られている。

- (1) 収益性も営業力も見られない場合

この場合では、愛知県の期待通りに資金の導入が増えた企業とそうではなかった企業の割合は 7:3 であり、資金の導入が増加した企業は比較的多かったが、同県の期待通りに資金の導入をしていなかった企業は 3 社もあった。恐らく一部の企業はもともと支出する予定のある経費を補助金で賄った可能性がある。そこで、同県が「減税基金」による補助金で企業を支援する際、何かの対策でこのような状況に対応すべきではないかと考えられる。
- (2) 愛知県の期待通りの投資と収益性

補助金を受けて資金の導入が増加していた場合は、収益性が上昇した企業とそうではなかった企業の割合が 5:2 となっている。補助金を受けて資金の導入がはっきり見えなかった場合では、収益性が上昇した企業とそうではなかった企業の割合は 2:1 となっている。企業本業の収益性に関して、「減税基金」による補助金を受けて政府の期待通りに資金の導入が増えた企業 (5/7) は、資金の導入の増えなかった企業 (2/3) に比較して、わず

かではあるが本業がより高い収益性のある企業になる可能性が高いと考えられる。

(3) 経常利益率からの視点での見直し

研究対象の10社に営業利益率と経常利益率の傾向が一致した企業は8割の8社あったが、A型とB型に属した企業の中には、それぞれ1社ずつ営業利益率と経常利益率の変動が異なるケースがみられる。

A型に属した企業は補助金を受け、愛知県の期待通りに資金も導入され、営業利益率も上昇したが、経常利益率は、営業利益率ほどの上昇が見られなかった。A型の5社に1社しかなく少なめであったが、財務活動などの営業外収支によって企業の経常的な収益性もあると認識する必要がある。

一方、B型に属する企業は、補助金を受け政府の期待通りに資金も導入されたが、営業利益率は思った通りの頻度での上昇がみられなかったが、経常利益率に関しては高い頻度で上昇した。これによって、たとえ補助金を受けたことで本業での収益性が期待通りに上がらなくても、企業が補助金制度の利用によって財務活動などの営業外収支で経常的な収益性が上昇した可能性があることから政策効果にそれなりにあるとも考えられる。

5. 結論と今後の課題

5.1 結論

本研究では、現在日本の製造業における空洞化を背景として、愛知県が対応策として制定した「減税基金」による補助金の効果性を、マクロや表面的な分析を行うのではなく、具体的な事例として「減税基金」を採用した451社の企業から10社の上場企業を取りあげ、IFRs財務比率及びその比率を参考に設定した減税基金効用指標で各企業の費用対効果及び収益性を分析することを通して、「減税基金」を評価し、考察を行った。

また、以上の考察による結果に基づいて、研究対象となる企業は資金の導入が増え本業での収益性も上昇していく最も理想的なA型、資金導入が見られるが本業での収益性が上昇していないB型、資金導入が見れないが補助金と直接的に結びつかない原因で収益性が上昇し、やや政策的に欠陥があるように見られるC型、資金導入が見られず、収益性も上昇していないD型の4つの種類に分類した。

本研究での分析を通して得られた結果に基づいて、「減税基金」の効果性に対する結論として以下のように評価及び提言を示す。

(1). 愛知県の期待通りの形で資金が導入された企業の割合は7:3であり、資金が導入された企業は7割と多く占めたが、同県の期待通りの形で資金が導入されなかった企業も少なからず3社ある現況である。

(2). 愛知県の期待通りの形で資金が導入された7社のうち5社の企業は、本業での収益性が上昇し、経常的な収益性で検討すると6社あるとの結果であった。

(3). 企業が「減税基金」による補助金を受けてから、同県の期待通りの形で資金が導入されたかどうかを問わず、企業本業の収益性で検討すると、10社に7社の上昇が見られ、経常的な収益性も入れて検討すると8社まで収益性が上昇した結果に至った。

(4). 企業が受けた補助金が同県の期待通りに投資に結びつかず、収益性も営業力も上がっていないものの、補助金を利用して営業外活動においてはやや効果が見られる企業があったと考えられる。

以上の結論によれば、ごく一部の企業は同県の期待している効果に達することができなかったが、大部分の企業は補助金を受けたことで、収益性が伸び、企業の競争力が上がった。従って、「減税基金」に対しては概ね評価できる財政政策である。一部の例外もあるので、改善する余地もあると考えられる。

5.2 今後の課題

本研究では以下の三つの研究制限によって、分析結果に対してはまだ課題も残されていると考えられる。

(1). 研究対象の制限：研究分析に必要な財務データの収集に際して中小企業の財務データが未公開で入手できなかったため、研究対象を上場企業に絞った。しかし、補助金を受けた企業の半数以上は中小企業で、それらの対象が検討できなかった。

(2). 定量的な制限：補助金を受けた上場企業が公開した財務データを用いて分析を行った。しかし、各企業の財務諸表では補助範囲においてどの部分に使っているかははっきりしていないために、より詳細な分析が出来なかった。

(3). 定性的な制限：各上場企業の財務データを用いて分析を行ったことにより、「減税基金」の効果性を評価することができた。しかし、分析の結果に対して数字で説明が出来なかった部分もあった。

前述した研究制限によって、中小企業も含めたより広範囲の分析ができず、また入手したデータの制限でより詳細な分析ができず、具体的な改善策に関して特に言及できなかった。愛知県及び企業に協力を求めるなどして、より完全なデータに基づき、より正確な分析が必要だと考える。次の課題にしたい。

注

(1) 経済産業省(2012)によると製造業の就業者数が2005～07年まで増加しているのを除き、すう勢的には減少傾向で推移しており、とりわけ09年にはリーマン・ショック

クの影響により顕著に減少した。

(2) 愛知県海外生産比率の中で製造業全体では1990年から2013年にかけて6.0%から22.3%へ上昇した〔あいち産業振興機構(2017)〕。

(3) 日本の国内産業空洞化は海外市場の拡大と円高に伴う輸出競争力の低下による生産拠点の海外移転によって生じたと言える〔中野瑞彦(2013)〕。

(4) 広義の空洞化は、経済構造の高度化を指すものであり、経済の発展段階が高度化するにつれて、第2次産業の比重が低下し、第3次産業の比重が上昇すること自体を指す。すなわち、国内経済に占める製造業のプレゼンスが縮小することをもって空洞化とする見方である。また、狭義の空洞化は、貿易や直接投資を通じて、国内の生産部門が海外へ移転し、国内製造業が縮小・弱体化することを指す〔鈴木将覚(2002)〕。

(5) 愛知県の製造品出荷額等は46兆9,681億円で41年連続全国第1位である〔愛知県広報広聴課(2017)〕。

(6) 愛知県2014年平均の完全失業率は2.6%で、前年に比べ0.6ポイント低下した。また、全国の同年平均の3.6%と比べ1.0ポイント下回っていた〔愛知県県民文化部統計課(2016)〕。

(7) 企業価値検索サービスUllet「愛知県上場企業業績ランキング」<http://www.ullet.com/4627.html>

(8) ツカエルサイト 年取ランキング「日本の優良企業ランキング 愛知産業界」<https://www.ts-hikaku.com/clist/a23/v1s33t0p.html>

参考文献

- 1) あいち産業振興機構(2017)『2016年における愛知県内企業の海外事業活動』あいち産業振興機構情報・国際ビジネス部国際ビジネスグループ
- 2) 愛知県産業労働政策課(2012)「産業空洞化対策減税基金による補助制度について」<http://www.pref.aichi.jp/sanro/taxreductionfund/>、2018年12月11日確認
- 3) 愛知県広報広聴課(2017)「あいちのあらまし(産業)」<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/koho/0000007891.html>、2018年12月11日確認
- 4) 愛知県産業労働政策課(2017)「あいち産業と労働Q&A 2017(改訂版)」<http://www.pref.aichi.jp/sanro/qa/>、2018年12月11日確認
- 5) 愛知県県民文化部統計課(2016)「愛知県の就業状況」<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/toukei/0000071117.html>、2018年12月11日確認
- 6) 愛知県産業労働政策課(2012)「産業空洞化対策減税基金」の全体像について」<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/sanro-seisaku/0000048359.html>、2018年12月11日確認
- 7) 愛知県産業労働政策課(2017)「新あいち創造研究開発補助金 採択案件一覧」<https://www.pref.aichi.jp/site/shin-aichi/>、2018年12月11日確認
- 8) 上野英朗、潮田裕子、岡本拓也、杉山和史(2012)、「再燃する産業の空洞化～国内外からのアプローチ～」池尾和人研究会
- 9) 上野裕子(2012)「海外展開は本当に産業空洞化につながらないのか?」『コンサルティングレポート』三菱UFJリサーチ&コンサルティング
- 10) みずほ総合研究所調査本部(2016)「英国のEU離脱による日本経済・産業への影響について～くみずほ>Brexitレポート 第2弾～」『MIZUHO Research & Analysis / 3』株式会社みずほフィナンシャルグループリサーチ&コンサルティングユニット
- 11) 烏谷卓也(2007)「企業の研究開発に対する補助金の経済学分析」『政策研究大学院大学 知財プログラム』
- 12) 経済産業省(2012)「第三章 我が国企業の海外事業活動の展開」『通商白書』
- 13) 桜井靖久(2013)「産業空洞化論と多国籍企業の圏内立地に関する一考察」『経営研究』第63巻第4号
- 14) 新庄浩二(2002)「日本経済長期不況の背景」『Graduate School of Economics, Kobe University, 2002』
- 15) 鈴木将覚(2002)『国内産業の空洞化をどう考えるか～途上国との貿易拡大のインパクトを探る～』富士総合研究所
- 16) 関満博(1997)『空洞化を超えて—技術と地域の再構築』日本経済新聞社
- 17) 関満博(2002)「産業空洞化、高齢化の中の大都市産業」『都市問題研究』第56巻6号
- 18) 高子原、堀高志、劉姫芳(2013)「日本の産業空洞化への対応経済戦略と企業戦略、二つの視点からの-考察-」『全球商業経営管理學報』第五期 page 31-41
- 19) 内閣府(2005)『地域経済の空洞化問題に関する調査研究報告』経済社会総合研究所(ESRI)
- 20) 中野瑞彦(2013)「日本経済のグローバル化と産業空洞化」『桃山学院大学総合研究所紀要』第38巻第3号
- 21) 中村豪(2003)「産業の生産性上昇における研究開発の外部性の役割—日本の製造業, 1968-96年—」『経済研究』、第54巻: Page.47-59
- 22) 中村吉明(2002)「産業の空洞化は何が問題か」、独立行政法人経済産業研究所(RIETI)・コラム、https://www.rieti.go.jp/jp/columns/a01_0028.html

- 23) 野下直樹 (2016) 「自治体中小企業政策における効果と有効性の検証 ～大阪府東大阪市を事例として～」『商大ビジネスレビュー』第6巻 第1号 page 123
- 24) João Sousa& Neil Duncan (2010) 「Evaluation of Research and Development Tax Credits」『Knowledge, Analysis, and Intelligence』HMRC Working Paper17, HM Revenue & Customer
- 25) Wei Fang (2010) 「A Note on Managerial Delegation in Oligopolistic Competition with Symmetric Costs」『北九州市立大学商経論集』第52巻、北九州市立大学経済学会

有価証券報告書

1. アイサンテクノロジー「有価証券報告書」
2. アイシン精機「有価証券報告書」
3. オーエスジー「有価証券報告書」
4. トヨタ紡織「有価証券報告書」
5. トヨタ自動車「有価証券報告書」
6. 豊田合成「有価証券報告書」
7. 新東工業「有価証券報告書」
8. シンフォニアテクノロジー「有価証券報告書」
9. ソトー「有価証券報告書」
10. ノリタケカンパニーリミテド「有価証券報告書」

The study of Effectiveness of Fiscal policy “Tax reduction fund” – Aichi Prefecture's cases for example

By LEE,TZU-YAO, LU,ZHENG-YU

Graduate School of Japanese Market and Business Strategies, National Taichung University of Science and Technology

Abstract

Observing the economic situation in Japan now, we can see that there are some problems, especially the international trade has impact on the domestic manufacturing industry, appreciation of the currency, the economic depression and serious hollowing-out of manufacturing industry. In order to face the hollowing-out of manufacturing industry, since 2012, the government of Aichi Prefecture has drawn up the policy of subsidies, which is known as “Tax reduction fund”, which has supported important enterprises and the technology.

This research is focus on the policy of "Tax reduction fund" to evaluate the effectiveness. The research method is based on two points to select enterprises and collect information. (a) Enterprises has adopted this subsidy policy over four years. (b) The government of Aichi Prefecture selected the local enterprises, which is competitive. Moreover, this research will use Profit and Loss Account of "Tax reduction fund" to calculate the financial ratio in IFRs, which can show the metrics of enterprises profitability and observe its change to evaluate the effectiveness of the policy.

Key words : Tax reduction fund, subsidy, hollowing-out, the evaluation of Tax reduction fund,

研究ノート
Research Note



高エネルギー密度の全固体薄膜 Li^+ イオン二次電池作製と Li^+ イオン移動の評価技術の確立に向けた取り組み

Fabrication of All-Solid-State Thin Film Li^+ ion Secondary Battery With High Energy Density And Establishment of Estimation Technique For Li^+ ion Migration

土屋文¹, 坂東俊治¹, 神藤定生¹

ナッタナン・ムールスラデュー², ウィナダ・ウォンウィリヤパン²

チュムポン・ブサボク³

¹名城大学理工学部, ²キングモンクット工科大学, ³タイ国科学技術研究所

要 旨

現在、キングモンクット工科大学、タイ国科学技術研究所および名城大学の各大学に既存のプラズマ蒸着、パルスレーザー堆積装置、ミスト化学蒸着およびマグネトロンスパッタリング装置を用いて、厚さ約100 nmの LiCoO_2 あるいは Li_2ZrO_3 を正極、約10 nmのグラフェンを負極、数 μm の厚さのLATPあるいはLiPON酸化セラミックスを固体電解質とした高エネルギー密度の全固体薄膜リチウムイオン二次電池を作製するとともに、イオンビーム分析の一つである反跳粒子検出法を用いて、作製した薄膜リチウム電池中の正極(負極)/固体電解質界面のリチウムイオン移動機構における評価技術を確認することを旨とした国際協力研究を遂行している。

キーワード: 全固体薄膜リチウムイオン二次電池, リチウムイオン移動機構

1. はじめに

リチウムイオン二次電池は、長時間の繰り返し充放電を可能とするため、携帯電話やノートパソコンなどの携帯機器用小型電源として現代社会に普及している。最近、リチウムイオン伝導体である固体電解質(LATP; $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_y\text{Ti}_{2-x-y}\text{P}_3\text{O}_{12}\text{-AlPO}_4$, LiPON; $\text{Li}_{3.3}\text{PO}_{3.8}\text{N}_{0.2}$)の各面に正極(リチウムコバルタイト; LiCoO_2)と負極(グラファイト; C)を被覆し、軽量化と安全性を目指した全固体の薄膜リチウムイオン二次電池の開発が進められている¹⁻³⁾。約1.0 V以上の電圧を印加することで、正極の LiCoO_2 層間に占有するリチウムイオンが固体電解質を透過し、負極のC層間に帯電される。放電は、その負極に帯電されたリチウムイオンが逆方向に固体電解質を透過し、エネルギー的に安定な LiCoO_2 へ移動する際

に発生する。この充放電時において、 LiCoO_2 層からC層へのリチウムイオンの輸率や移動速度、C層間内の過渡的なリチウムイオン蓄積量が、高エネルギー密度を有する全固体薄膜リチウムイオン二次電池の開発において極めて重要なパラメータとなる。

本研究では、これまでキングモンクット工科大学ラドクラバン校(King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang)およびタイ国科学技術研究所(Thailand Institute of Scientific and Technological Research)に訪問し、ナッタナン・ムールスラデュー(Nutthanan Moolsradoo)准教授、ウィナダ・ウォンウィリヤパン(Winadda Wongwiriyan)およびブサボク・チュムポン(Chumphol Busabok)研究員と会って、キングモンクット工科大学およびタイ国科学技術研究所に既設のプラズマ蒸着およびレーザーパルス堆積装置を利用した新規な薄

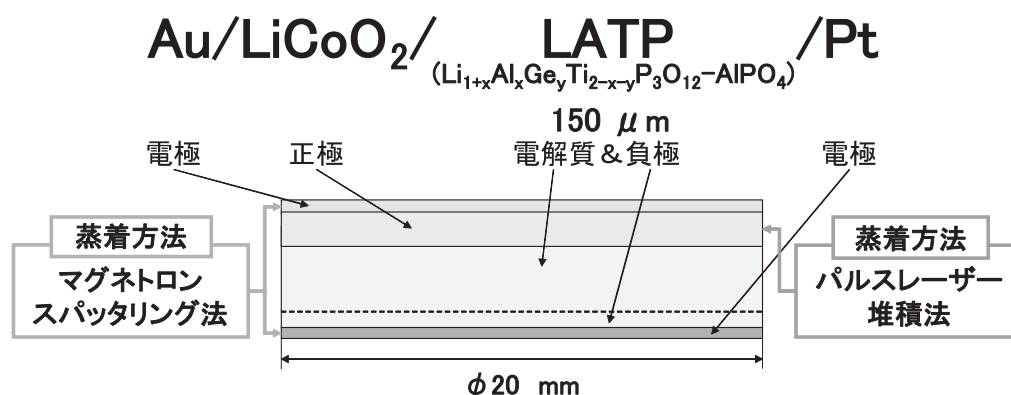


Fig. 1 Illustration of all-solid-state thin film lithium-ion secondary battery (Au/LiCoO₂/LATP/Pt)sample.

膜リチウムイオン二次電池の作製についての研究打ち合わせを行って来た。また、名城大学に既設のミスト化学蒸着およびマグネトロンイオンスパッタリング装置を用いた他の種類の薄膜リチウムイオン二次電池の作製、既存の高圧電源、微小電流計、交流インピーダンス測定装置を用いたリチウムイオン二次電池のリチウムイオン伝導度測定、さらに、京都大学工学研究科附属量子理工学教育研究センターのタンデム型加速器を用いた反跳粒子検出 (ERD) 法によるリチウムイオン二次電池中の電極-固体電解質界面のリチウムイオン移動量計測を行って来た⁴⁶⁾。従って、プラズマを用いたグラフェンの大面積積薄膜作製技術およびミスト化学蒸着法によるグラフェン作製技術を利用して、グラフェン層を負極とした新規な全固体薄膜リチウムイオン二次電池の作製を試み、また、タンデム加速器からの9.0 MeVの O^{4+} イオンビームによる反跳粒子検出法を用いて、作製したリチウムイオン電池中のリチウムイオン移動機構における評価技術を確立することを目的とした。

2. 国際協力研究の計画および実施内容

キングモンクット工科大学に既存するパルスレーザー堆積法を用いて、Fig. 1 に示すように、厚さ数十 μm のリチウムイオン導電性LATP固体電解質の片面に厚さ数十nmの $LiCoO_2$ を正極として酸素ガス雰囲気において蒸着 ($LiCoO_2/LATP$) し^{7,8)}、さらに、マグネトロンイオンスパッタリング蒸着装置を用いて、 $LiCoO_2$ 側に厚さ数十nmの金 (Au) およびLATP側にプラチナ (Pt) を電極としてそれぞれ蒸着して、 $Au/LiCoO_2/LATP/Pt$ の全固体薄膜リチウムイオン二次電池試料を作製した。さらに、厚さ150 μm のLATPおよび厚さ2.5 μm のLiPON酸化セラミックス固体電解質の両面にプラチナ (Pt)、金 (Au) および銅 (Cu) をそれぞれ両電極とした固体電解質対称セル (Pt/LATP/Pt, $Au/LATP/Au$, $Cu/LATP/Cu$, Pt/LiPON/Pt, $Au/LiPON/Au$, $Cu/LiPON/Cu$) 試料を作製した。これらの試料を真空装置内に挿下し、約24Vまでの各電圧においてそれぞれ15分間以上印加して定常状態に達したことを確認した後、イオンビーム分析法の一つであるERD法を用いたLi濃度分布その場測定を実行し⁴⁶⁾、最終的に電極/固体電解質界面における Li^+ イオン移動機構を明らかにする予定である。ERD法の場合、Fig. 2 および Fig. 3 に示すように、京都大学附属量子理工学教育研究センター

に設置されたタンデム型加速器からの9 MeVの O^{4+} イオンビームをAuおよびPt側に試料表面の法線に対して75°で入射し、 O^{4+} イオンとの弾性衝突により入射方向に対して30°前方に散乱された Li^+ イオンのエネルギーと

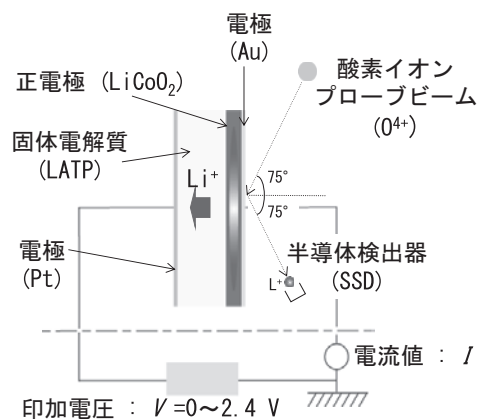


Fig. 2 Schematic diagram of forward-scattered Li^+ ions from $Au/LiCoO_2/LATP/Pt$, fabricated using pulsed laser deposition (PLD) and magnetron ion-sputtering devices, without and with applying various voltages, obtained using 9.0-MeV O^{4+} ion-probe beams.

その個数を表面障壁型半導体検出器 (SSD) により測定する。入射 O^{4+} イオンがSSDに直接入らないようにするため、6 μm のアルミニウム (Al) 薄膜がSSDの前にアブソーバーとして設置されている。また、ラザフォード後方散乱 (RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry) 法を用いて、入射方向に対して165°後方に散乱された O^{4+} イオンをSSDで検出することにより、 $Au/LiCoO_2/LATP/Pt$ 中のAu、 $LiCoO_2$ およびPt薄膜の厚さ、LATPの組成および入射 O^{4+} イオン照射量を測定する。

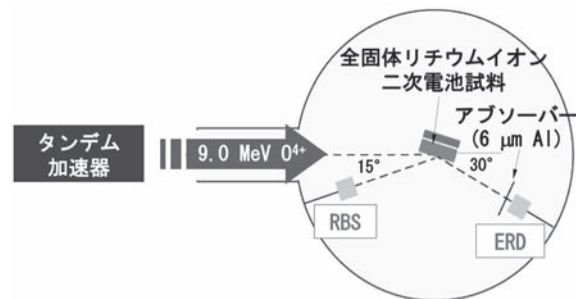


Fig. 3 Schematic diagram of an ion beam analysis by combining ERD with RBS measurements using 9.0-MeV O^{4+} ion-probe beams from a tandem accelerator.

その他に、大気において安全性を有する Li^+ イオン伝導体のLATPおよび $Li_{3.3}PO_{3.8}N_{0.2}$ (LiPON) 酸化物

セラミックス材料を用いた固体電解質、 Li_2ZrO_3 および LiCoO_2 酸化物セラミックス材料を用いた正極作製のための研究打ち合わせを行った。タイ国科学技術研究所に既存する電気炉を用いて、寸法 ϕ 50x5t mm³ の LTP、LiPON、 Li_2ZrO_3 および LiCoO_2 酸化物セラミックス材料を大気および 1000°C 以上の温度条件で焼結して作製する予定である。作製後、マグネトロンスパッタリング装置用のターゲットホルダーにボンディングし、室温および酸素雰囲気においてアルゴン (Ar^+) イオンスパッタリングにより、数 μm の厚さの LTP および LiPON 酸化物セラミックス薄膜を数 μm の厚さの Au、Pt、Cu および Al 薄膜上に作製する計画を立案した。

次に、グラフェンを負極とした、厚さ約 5 μm 以下の全固体薄膜 Li^+ イオン二次電池の作製について話し合った。厚さ約 100 nm の LiCoO_2 を正極、約 10 nm のグラフェン (C) を負極、数 μm の厚さの LTP および LiPON 酸化物セラミックス薄膜を固体電解質とした寸法約 25x25x0.005 mm³ の薄膜 Li^+ イオン二次電池をキングモンクット工科大学に既存のプラズマ蒸着およびパルスレーザー堆積装置、名城大学に既存のミスト化学蒸着およびマグネトロンスパッタリング装置をそれぞれ用いて作製する予定である。

3. まとめ

キングモンクット工科大学、タイ国科学技術研究所および名城大学において、高エネルギー密度の全固体薄膜リチウムイオン二次電池の作製を試み、ERD 法を用いて、作製した薄膜リチウム電池中のリチウムイオン移動機構における評価技術を確認することを目指したプロジェクトを立ち上げた。現在、各大学に既存のプラズマ蒸着、パルスレーザー堆積装置、ミスト化学蒸着およびマグネトロンスパッタリング装置を用いて、厚さ約 100 nm の LiCoO_2 あるいは Li_2ZrO_3 を正極、約 10 nm のグラフェンを負極、数 μm の厚さの LTP あるいは LiPON 酸化物セラミックスを固体電解質とした薄膜リチウム電池を共同で作製中である。また、タンデム加速器からの 9 MeV の酸素イオンビームを用いた ERD 法により、薄膜リチウム電池に電圧を印加しながら、正極、負極および固体電解質内のリチウム濃度分布をその場で調べ、正極 (負極) / 固体電解質界面のリチウムイオン移動機構の解明に向けて研究を遂行している。

参考文献

- 1) A. Honders, J.M. der Kinderen, A.H. van Heeren, J.H.W. de Wit, G.H.J. Broers, *Solid State Ion.*, 15 (1985) 265-276.
- 2) M.G.S.R. Thomas, P.G. Bruce, J.B. Goodenough, *Solid State Ion.*, 17 (1985) 13-19.
- 3) Y. Amiki, F. Sagane, K. Yamamoto, T. Hirayama, M. Sudoh, M. Motoyama and Y. Iriyama, *J. Power Sources*, 241 (2013) 583-588.
- 4) B. Tsuchiya, K. Morita, Y. Iriyama, T. Majima, H. Tsuchida, *Physics Procedia*, 66 (2015) 292-297.
- 5) B. Tsuchiya, K. Morita, S. Nagata, T. Kato, Y. Iriyama, H. Tsuchida, T. Majima, *Surf. and Interf. Analysis*, 46 (2014) 1187-1191.
- 6) B. Tsuchiya, K. Morita, Y. Iriyama, T. Majima and H. Tsuchida, *Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res.*, B 315 (2013) 341-344.
- 7) Y. Iriyama, M. Inaba, T. Abe and Z. Ogumi, *J. Power Sources*, 94 (2001) 175-182.
- 8) H. Xia, L. Lu and G. Ceder, *J. Power Sources*, 159 (2006) 1422-1427.

Fabrication of All-Solid-State Thin Film Li⁺ ion Secondary Battery With High Energy Density And Establishment of Estimation Technique For Li⁺ ion Migration

Bun Tsuchiya¹, Shunji Bandow¹, Sadanari Jindo¹,
Nutthanun Moolsradoo², Winadda Wongwiriyan²
Chumphol Busabok³

1. Faculty of Science and Technology, Meijo University
2. King Mongkut's Institute of Technology, Ladkrabang.
3. Thailand Institute of Scientific and Technological Research

Abstract

An all-solid-state lithium ion (Li⁺) secondary battery is one of the most remarkable ones for use as electric power supplies equipped with the small portable devices such as cellphone (mobile phone) and laptop computer. To realize the smaller products including the thinner secondary batteries with higher energy density, it is essential that we have information on the transport behavior of Li⁺ ions in the all-solid-state Li⁺ ion secondary batteries. Our aim here is to fabricate thinner secondary batteries (Au/LiCoO₂/LTP or LiPON/graphene/Pt) consisting of Pt and Au electrodes, Li^{1+x}Al^xGe^yTi^{2-x-y}P₃O₁₂-AlPO₄ (LTP) or Li^{3.3}P_{3.8}ON^{0.2} (LiPON) electrolytes, LiCoO₂ positive electrode, and graphene negative electrode acting as negative electrode using plasma, mist chemical vapor deposition, laser pulse, and magnetron ion-sputtering apparatuses installed at King Mongkut's Institute of Technology, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, and Meijo University and to demonstrate the possibility of dynamically measuring the depth profiles of Li at the surface and interface in both positive and negative electrodes sides as well as electrolyte under charging conditions by means of elastic recoil detection (ERD) technique using 9.0 MeV oxygen ion (O⁴⁺) probe beams from a tandem accelerator.

Key words : An all-solid-state thin film lithium ion (Li⁺) secondary battery, Li⁺ ion migration process

書評

Book Review

Bending Adversity: Japan and the Art of Survival

David Pilling
Penguin
ISBN: 9780241957677
Paperback, 416 pages
Published: 2014

Bending Adversity by British journalist David Pilling is a timely book. It chronicles contemporary Japan from the economic downturn and so-called “lost decade” of the 1990’s to the devastating triple disaster of earthquake, tsunamic and nuclear meltdown in 2011.

The title of the book and subtitle *Japan and the Art of Survival* refers to how the country has survived and recovered from various threats and disasters throughout its long history. These include the Mongol invasions in the 13th century, the arrival of aggressive, colonizing Western powers in the late 19th century and catastrophic military defeat in World War II.

Japan and the Japanese people as a whole have somehow been able to “find some sort of path through adversity.” The latest disaster in Fukushima was the motivation for the author to look again at Japan through a series of interviews with both movers and shakers in Japanese society: politicians, artists, industrialists, authors as well as ordinary folk. He quizzes them on what sort of nation Japan has become and where it should be heading after its latest setback.

The author arrived in Japan in 2001 and stayed for seven years. He seems to be one of those lucky or talented people who soon picked up the language, so much so, that he was often able to interview his subjects without the need for an interpreter.

Pilling’s interviews provide much of the core of his book and much of its vibrancy. Some of his interviewees are famous people such as the authors Murakami Haruki and Kirino Natsuo, but most are much less well-known names. Academics, government bureaucrats, right wing demagogues and plain ordinary people present their views on contemporary Japan and its society. A country and society plunged under the microscope again after the calamitous events of 2011.

What had gone wrong in Japanese governance and business to allow for the twin shocks of economic stagnation and the nuclear meltdown at Fukushima? What needs to be done to renew Japan and enable it to “bend

adversity” once again to the advantage of the country and its long-suffering people? These are the core questions the book attempts to answer.

The book begins and ends with the triple calamity of Fukushima. In between are chapters on Japan’s history, emphasizing its remote location and relative isolation until the arrival of threatening Western powers in the 19th century. Japan successfully avoids colonization and embarks on a path of industrialization that leads to it becoming a great power itself in an amazingly short period of time. Japan’s aping of Western behaviour in China, however, eventually leads to confrontation with the US and its allies and the nation’s painful defeat in World War II. Further chapters detail the country’s remarkable rise from the ashes of war to become the world’s number two economy for a time.

The book outlines the outrageous property and stocks Bubble that occurs in the 1980’s followed by another fall in the 1990’s. As an economics specialist for the *Financial Times* newspaper Pilling analyses Japan’s slow decline since the collapse of the 80’s bubble that has seen it overtaken as the world’s second largest economy by near neighbour China. A fact that has led to much national soul-searching. Pilling compares Japan’s growth and economic well-being to that of a seemingly more vibrant West during the same period. Yes, the economies of America, Germany and the UK may have grown more dynamically since the 1990’s when compared to Japan, but at what social cost?

In the chapter ‘Japan As Number Three’ the author analyses the effects of low growth, deflation and general economic stagnation on the country. However, Japan has maintained its social cohesion and low crime rates in rather stark contrast to the US and UK, for example. In the section “Life After Growth” Pilling is particular impressed by ex-Prime Minister Koizumi. In a number of interviews with members of Koizumi’s staff, Pilling explores the excitement of the deregulation and cost-cutting of the Koizumi era. One man, however, could not

change a country and after Koizumi had left the scene, politics has returned to pretty much what it was before he arrived with the brief interlude of an opposition government. In his conversations with academics and writers Pilling analyses the effect of the low growth period on the young and on women. With less opportunity available the young have become more conservative and more risk averse in his opinion. On women in Japanese society, the analysis is more nuanced. The majority of unmarried women between the ages of eighteen and thirty-five may still live with their parents, but since the economic downturn of the 90's their participation in the workforce has increased and marrying later and divorcing more readily are tangible signs of growing independence, argues the author.

The book ends with the author returning to Japan in 2011 after the events in Tohoku. The resilience and stoicism of the people affected by the disaster are admired the world over. The devastated area is slowly returning to normal. Despite its relative decline the country remains the world's third largest economy by some distance, the size of the economies of Britain and France combined. The author concludes that reports of "Japan's demise are exaggerated" and the awarding of the 2020 Olympic Games to Tokyo can be seen as a justified vote of confidence in the nation's ability to bend with adversity.

**「名城アジア研究」
投稿規則**

Meijo Asian Research Journal
Contribution Rules

「名城アジア研究」投稿規則

1. 投稿資格

投稿資格は、名城大学アジア研究センター（以下アジア研究センター）の所員および研究員、または所員の推薦を受けた者とする。

2. 投稿原稿の種類

投稿原稿はアジア研究センターの目的に即したテーマで、研究論文（招待論文、投稿学術論文）、研究ノート、書評、その他の種類とする。投稿学術論文は所定の査読審査を経て採用された論文が掲載される。

3. 使用言語

使用言語は、和文または英文とする。

4. 執筆要領

原稿の書き方については、「名城アジア研究」執筆要領に従うものとする。

5. 提出先

原稿の提出先はアジア研究センターとする。そこで受理した日を原稿の受付日とする。

6. 提出期限

その年度により定める。

7. 提出方法

「名城アジア研究」の原稿を提出される際は、下記のようにお願いします。

(1) アジア研究センター投稿提出票

(2) 執筆原稿提出部数

原稿1部（レイアウト見本用）。また、投稿学術論文の場合は査読用として、コピー2部もご提出ください。

(3) 執筆者が入力した原稿全体のWordデータファイル

8. 採否

投稿された学術論文の採否は、アジア研究センター編集委員または編集委員が委嘱した査読者の最低2名の審査に基づき、アジア研究センター編集委員会が決定し、ただちに投稿者に通知する。編集委員会は投稿者に査読者の推薦を求めることができる。また、すべての投稿原稿について、編集委員会は投稿者に原稿の修正を求めることができる。また、原稿は採否にかかわらず返却しない。

9. 校正

投稿原稿の執筆者による校正は、原則として初校のみとする。

10. 原稿の責任と権利

掲載された論文等の内容についての責任は一切著者が負うものとする。また、その著作権は著者に属する。編集出版権はアジア研究センターに属する。

Meijo Asian Research Journal — Contribution Rules

1. Qualifications of contributors

Contributors should be members or research fellows of the Meijo Asian Research Center, Meijo University (hereinafter referred to as “MARC”), or researchers recommended by MARC members.

2. Acceptable types of articles

Types of articles include research papers (invited papers, papers submitted for publication), short notes, review and other articles on topics that are in line with the objectives of MARC. The journal will publish papers submitted for publication that have been accepted after undergoing the prescribed review process.

3. Acceptable languages

Manuscripts should be written in either Japanese or English.

4. Writing instructions

Manuscripts should meet the requirements specified by the “Journal of the Meijo Asian Research Center — Instructions to Authors”

5. Where to submit

Manuscripts should be submitted to MARC. The date MARC receives the manuscript will be considered the date of receipt.

6. Submission deadline

Varies according to the academic year

7. Method of submission

Authors are requested to submit the following items:

(1) MARC manuscript submission form

(2) Hard copy of the manuscript

One hard copy of the manuscript should be submitted (for a sample layout). For papers submitted for publication, two printed copies of the manuscript should also be submitted for the peer review process.

(3) CD-R/RW, floppy disk or other medium containing the entire manuscript in Microsoft Word format

* Submission on a CD-R/RW is recommended.

8. Acceptance/Rejection

Acceptance or rejection of submitted papers will be determined by the MARC Editorial Board after peer review by at least two reviewers comprising journal editors and/or expert(s) commissioned by the journal editor(s). Upon their decision, the result will be notified to the authors. The Editorial Board may request authors to recommend experts as possible reviewers of their papers. For all submissions, the Editorial Board may request authors to make corrections to their manuscripts. Whether accepted or rejected, manuscripts will not be returned to the authors.

9. Proofreading

In principle, authors will read only the first proofs of their manuscripts.

10. Responsibility and rights to manuscripts

Authors shall bear all responsibility for the contents of their papers, articles, or the like published in the journal. The copyrights to such published manuscripts shall belong to the authors. MARC shall reserve editing and publishing rights.

● **名城大学アジア研究センター紀要編集委員**

委員長 田中 武憲 (経営学部)

委員 澤田 貴之 (経営学部)

谷村 光浩 (経済学部)

柳田 康幸 (理工学部)

近藤 歩 (農学部)

雑賀 憲彦 (都市情報学部)



● **名城大学アジア研究センター**

発行日 / 2020年3月31日

編集・発行 / 名城大学アジア研究センター

〒468-8502 愛知県天白区塩釜口一丁目501番地
TEL:052-838-2529 FAX:052-832-1410
ホームページアドレス : <http://marc.meijo-u.ac.jp/>

Editorial board, Meijo Asian Research Journal

Takenori TANAKA ((Faculty of Business Management)

Takayuki SAWADA(Faculty of Business Management)

Mitsuhiro TANIMURA (Faculty of Economics)

Yashuyuki YANAGIA (Faculty of Science and Technology)

Ayumu KONDO(Faculty of Agriculture)

Norihiko SAIGA(Faculty of Urban Science)

Meijo Asian Research Center

Meijo University, JAPAN

Date of issue / March 31, 2020

Edit / Meijo Asian Research Center

1-501 Shiogamaguchi, Tempaku-ku, Nagoya 468-8502 JAPAN
TEL:+81-52-838-2529 FAX:+81-52-832-1410
<http://marc.meijo-u.ac.jp/>

MEIJO
ASIAN
RESEARCH
JOURNAL

2020.03

VOL.10 NO.1

名城大学

A stylized map of Asia is depicted in the background, rendered in various shades of purple and pink. The map is semi-transparent and occupies the right and bottom portions of the page. The colors transition from a light pink at the top to a darker purple at the bottom.