

循環型社会の形成にむけた 静脈物流システムの構築に関する研究

Towards Establishing a Reverse Logistics System for a Sound Material-Cycle Society

(財)運輸政策研究機構 運輸政策研究所
研究員 尹 鍾進

JongJin YOON / Research Fellow
Institute for Transport Policy Studies

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

1

目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

2

目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

3

廃棄物の最終処分場 (東京都の中央防波堤埋立処分場)



出典) : 東京都廃棄物埋立管理事務所ホームページにより

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

4

廃棄物の最終処分量の大きさ

2004年度 全国の廃棄物最終処分量

	最終処分量(万トン/年)
一般廃棄物(ごみ)	810
産業廃棄物	2583
合計	3393

「中央防波堤埋立処分場」のように地下30mまで
埋立すると仮定し、
その面積を計算すると *1)

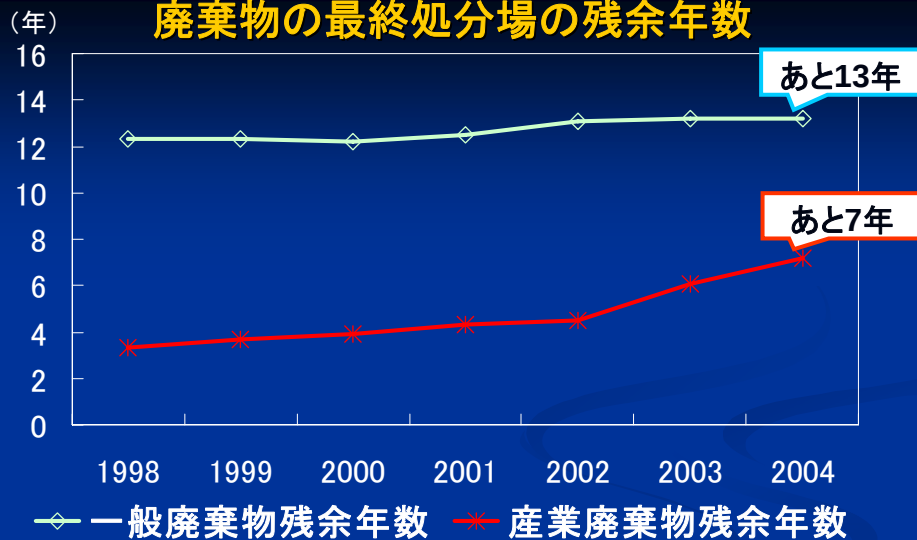
⇒年間では、東京ドーム面積の約30倍

* 1): 東京都廃棄物処分場である「中央防波堤外側処分場」の埋立容量・面積比率により算定
重量・容量換算係数は1.0m³/トン(産業廃棄物最終処分場の残存容量等について(環境省HP))

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

5

廃棄物の最終処分場の残余年数



廃棄物の最終処分場は、あと10年程度で枯渇
⇒リサイクルの推進が必要

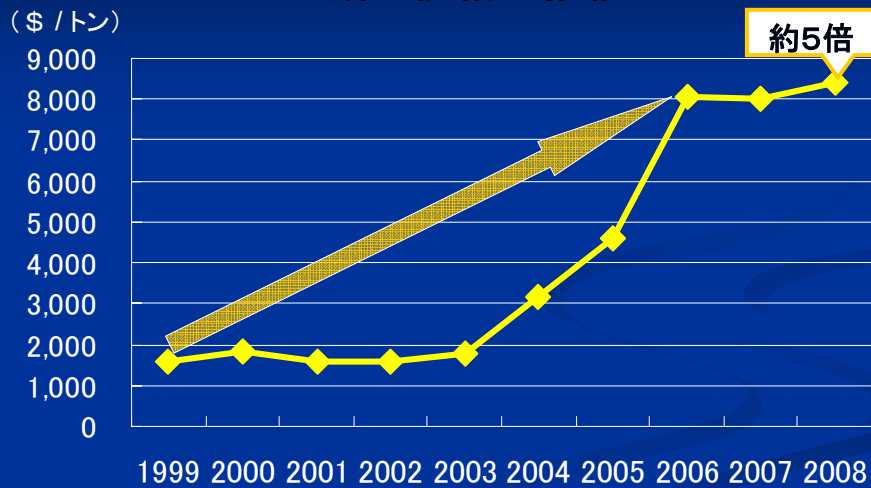
出典: 環境省HPにより作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

6

資源の有限性

銅の価格の推移



出典：金属資源情報センター ホームページにより作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

7

希少性資源の利用実態

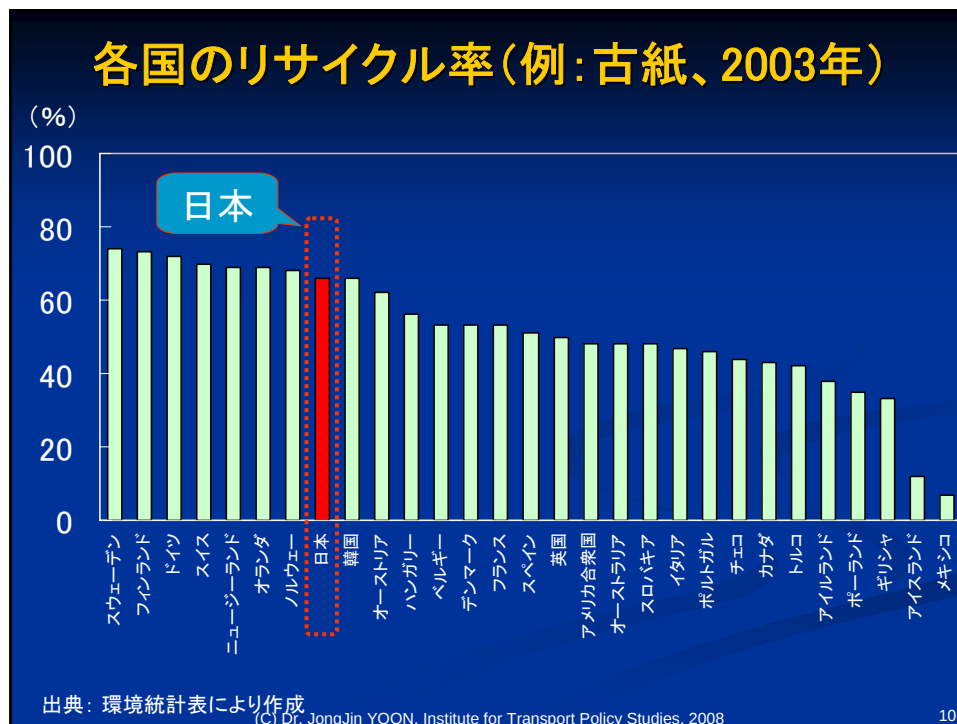
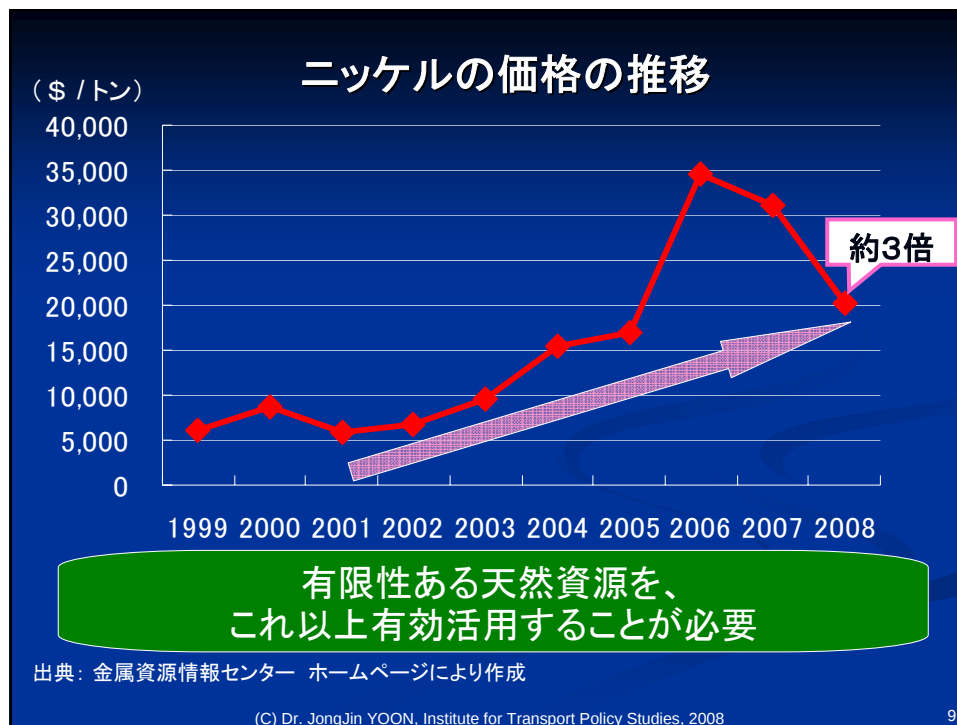
■ 電子材料・家電製品分野の希少性資源利用状況

利用分野	希少性資源
パソコン、半導体、薄型テレビ、DVDレコーダー、カーナビゲーション、デジカメ、携帯電話 等	ガリウム(Ga)、タンタル(Ta)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ニオブ(Nb)、プラチナ(Pt) 等
液晶の透明電極	インジウム(In)、銀の化合物(ITO)
携帯電話、エアコン、医療用機器(MRI等)、リニアモーター 等	NdFeB磁石

出典：希少性資源の3Rシステム化に資する技術動向調査報告書(経済産業省、2006)により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

8



研究の背景と目的

・廃棄物の最終処分場の枯渇
・資源の有限性

「廃棄物のリサイクル」の
推進等による
「循環型社会の構築」

■「廃棄物・リサイクル品」の輸送コストの削減等
の静脈物流の効率化

- 静脈物流の現状や課題の明確化
- 静脈物流の効率化に向けた静脈物流システムのあり方についての提言

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

11

目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

12

静脈物流の定義

■ 静脈物流 * 1)

⇒廃棄物の処理やそのリサイクルに関する物流のこと

⇒生産された製品が企業や消費者まで届くものの流れを、人体になぞらえて動脈物流と呼ぶのに対して、企業や消費者から発生する廃棄物などのモノの流れを静脈物流と呼ぶ

* 1) 出典: 物流用語の意味がわかる辞典(日本実業出版社)

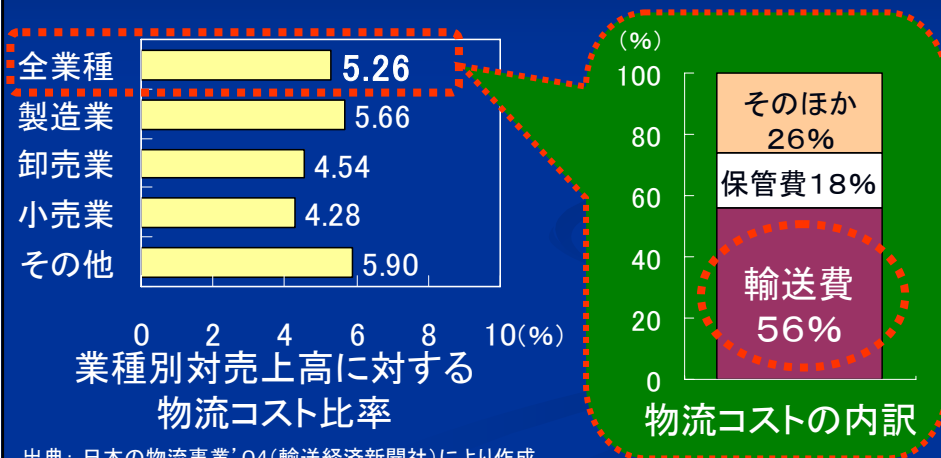
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

13

産業の業種別対売上高に対する物流コスト比率

■ 全業種平均物流コストは、約5.3%

■ 輸送費は、物流コストの56%として売上高の約3%



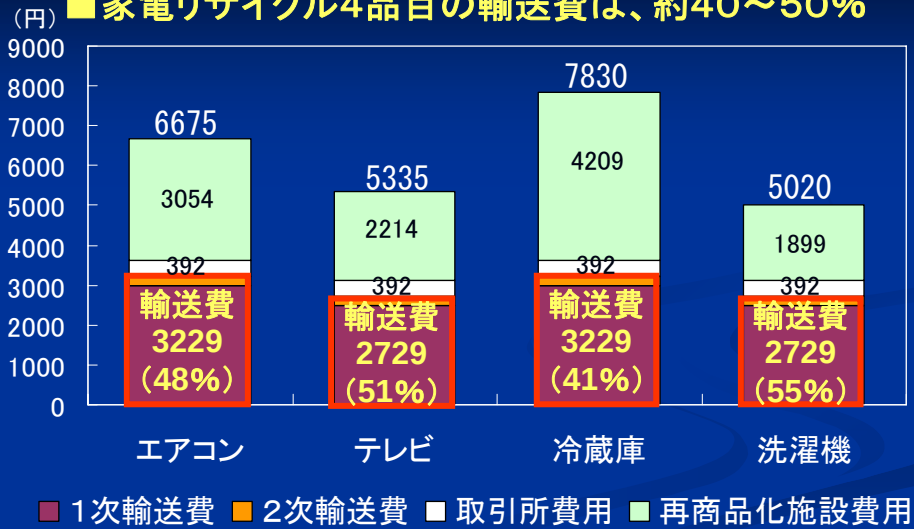
出典: 日本の物流事業'04(輸送経済新聞社)により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

14

家電リサイクルにおける輸送コストの比率

■ 家電リサイクル4品目の輸送費は、約40～50%



出典1) 1次輸送コスト: 新宿区のホームページ

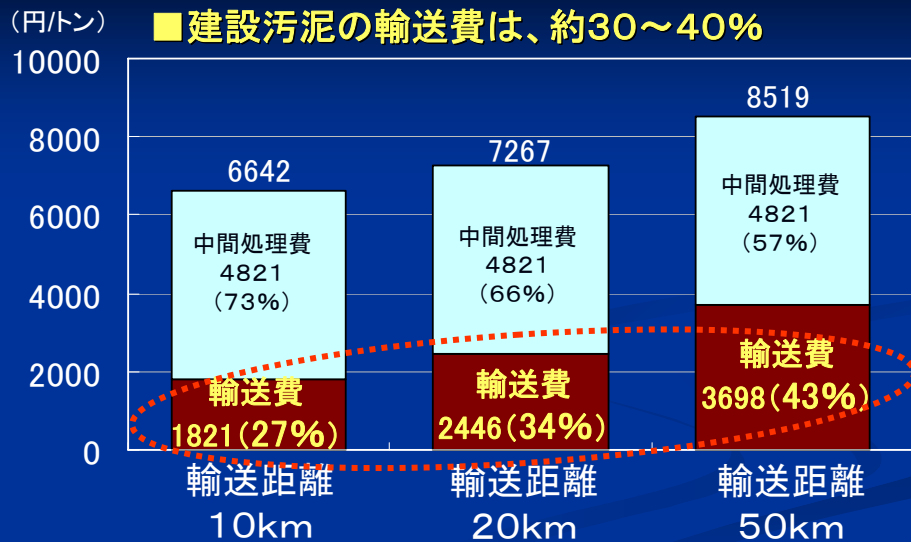
出典2) 2次輸送コスト及び取引所費用: 家電リサイクルシステム導入の影響と今後、2001 (日本政策投資銀行)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

15

建設リサイクルにおける輸送コストの比率

■ 建設汚泥の輸送費は、約30～40%



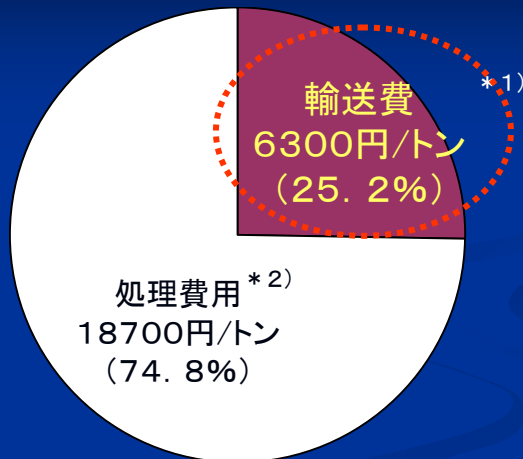
出典: 国土交通省資料により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

16

食品リサイクルにおける輸送コストの比率

■ 輸送費は、約25.2%



*1) 出典: A社電話ヒアリング調査(積載率100%の場合の最低価額)

*2) 出典: 食品リサイクルとバイオマス(日本政策投資銀行、2002年)

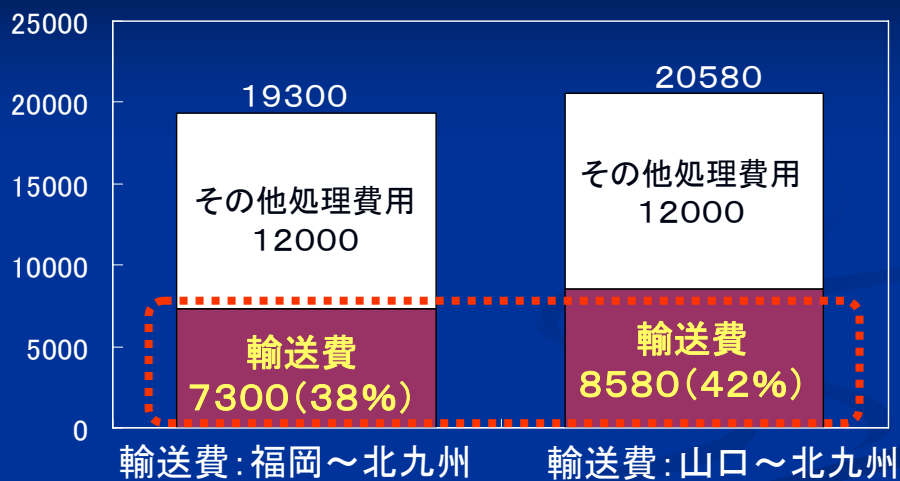
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

17

使用済み自動車リサイクルにおける輸送コストの比率

■ 輸送費は、約40%

単位: 円/台 (%)



出典: 循環型社会に向けた鉄道輸送の利用可能性調査・研究報告書(社団法人全国通運連盟、2003年)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

18

静脈産業における輸送コスト

産業の全業種平均の輸送費割合は約3%程度。

しかし、
静脈産業における輸送費は、約20～50%として、高い割合



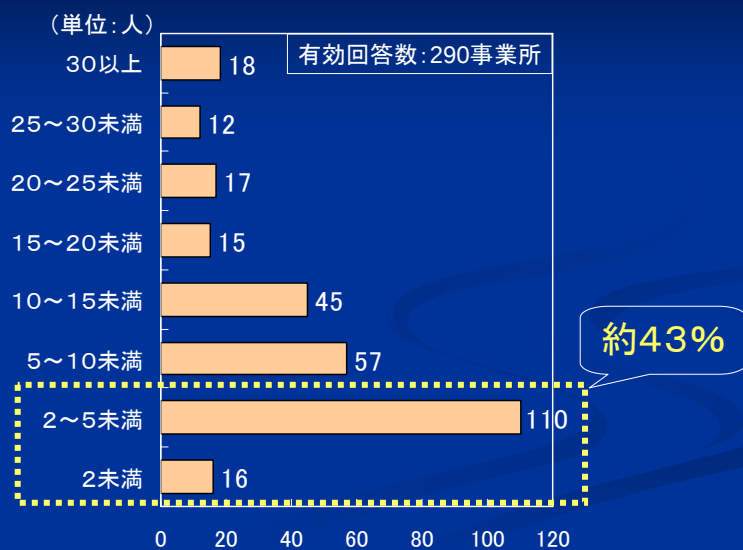
リサイクルするか、
それとも、焼却・埋立等非効率的な処分するかを決定する際には、
物流費用が決定的な要因となる。
⇒循環型社会の構築のためには、
静脈物流の効率化が先決的な条件

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

19

廃棄物収集運搬業者の零細性

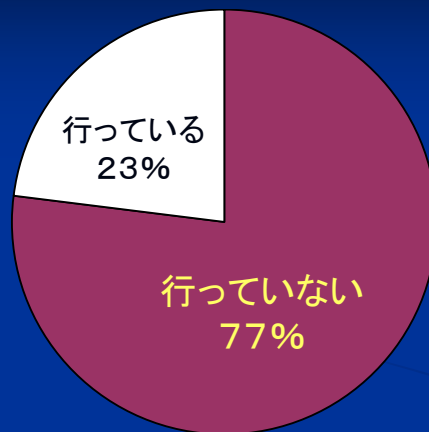
1事業所当り、収集運搬に従事する従業者数



出典: 2000年度収集運搬業者実態調査報告書(社団法人全国産業廃棄物連合会収集運搬部会)により作成
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

20

廃棄物収集運搬業者の積替保管実施の有無



出典：2000年度収集運搬業者実態調査報告書（社団法人全国産業廃棄物連合会収集運搬部会）により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

21

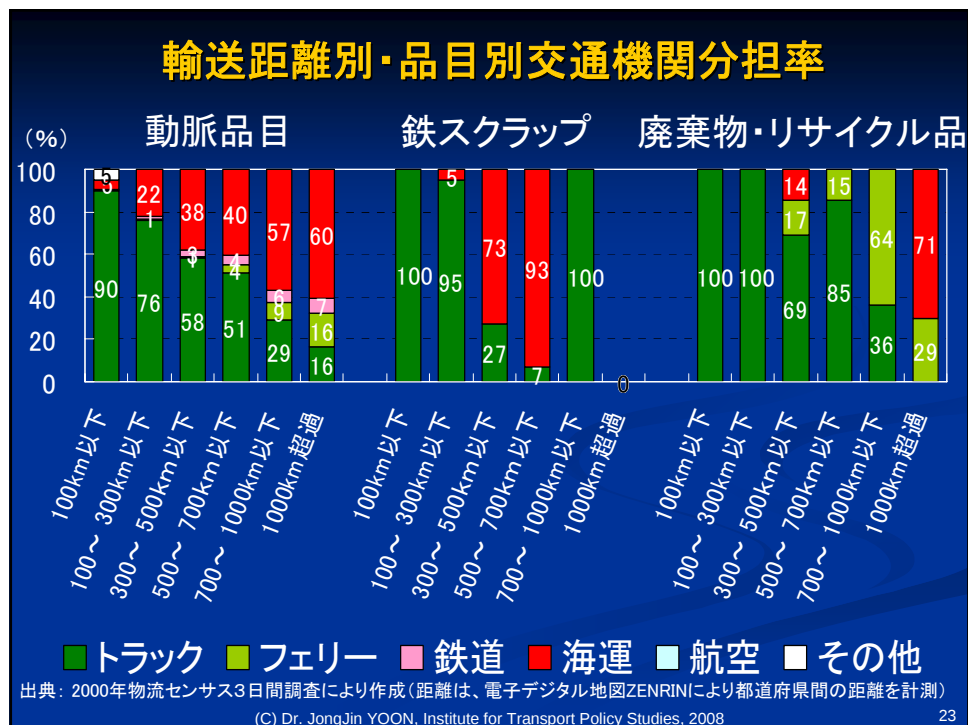
輸送ロット（品目別）



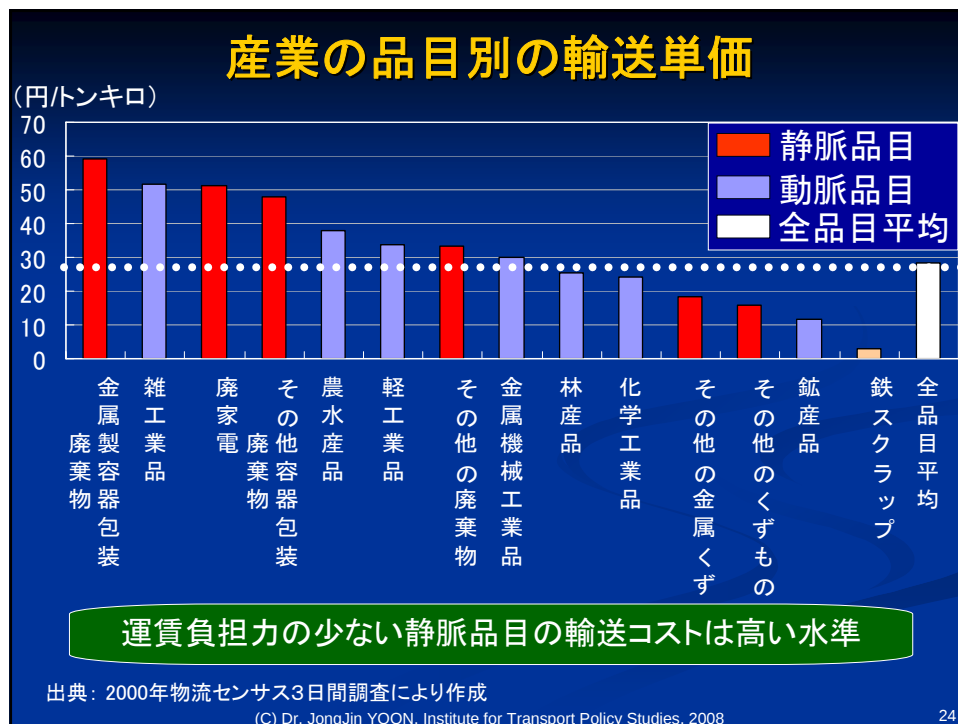
出典：2000年物流センサス3日間調査により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

22



23



24

リサイクルにおける輸送コスト 「再生利用品の価額競争力(建設汚泥)」

材料名称	原料となる廃棄物等の名称	再生利用品 (現着価格)	品質が同等の 新材の価額 (現着価格)
土質材料	建設汚泥	4500円/m ³	2000～3000円/m ³ (購入土)
流動化処理土	泥土、泥水	9000円/m ³	4000～4500円/m ³ (山砂)
路盤材	建設汚泥	3000円/m ³ (運搬費別)	3500～4000円/m ³ (粒度調整碎石)
	建設汚泥、 固化材	1200円/m ³ (運搬費別)	

輸送コスト → 再生利用品の価額競争力低下の一つの原因

出典: 建設汚泥再生利用指針検討委員会報告書(H18.3)により

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

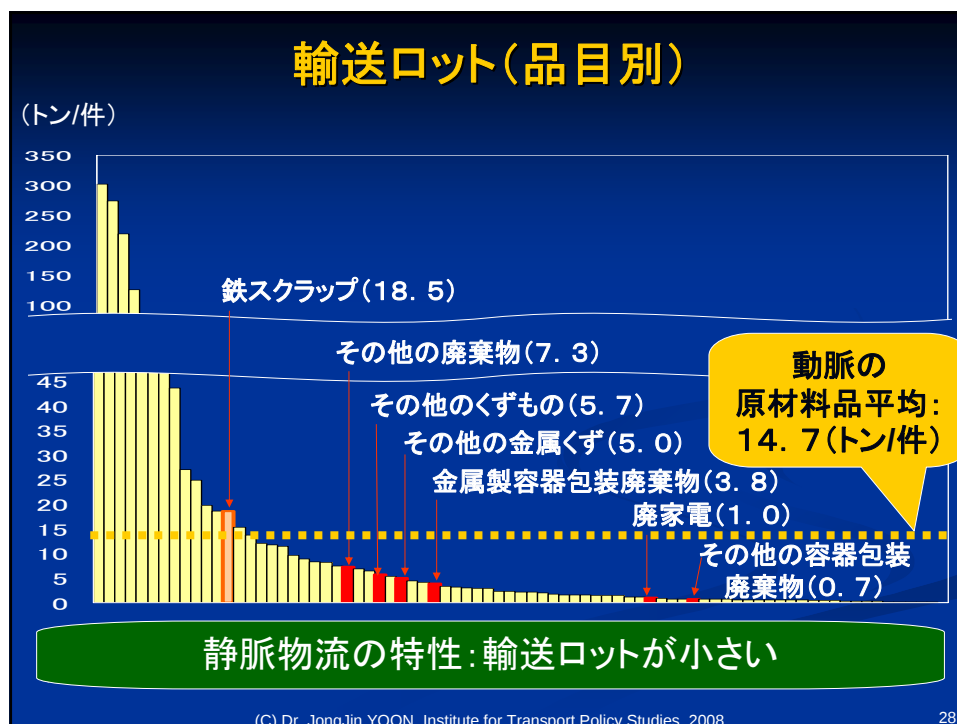
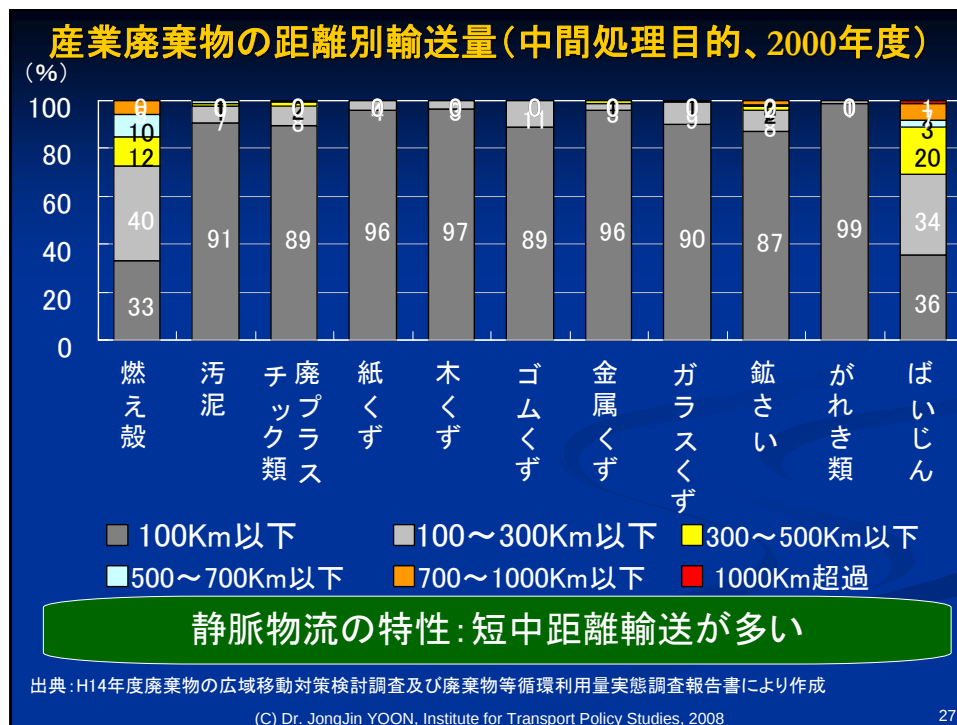
25

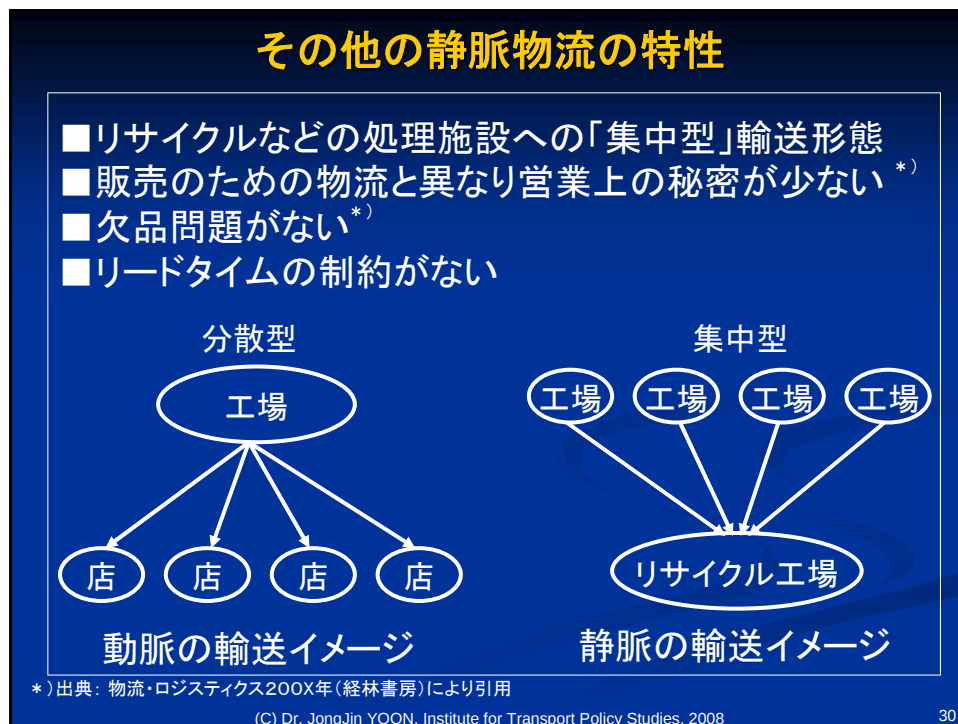
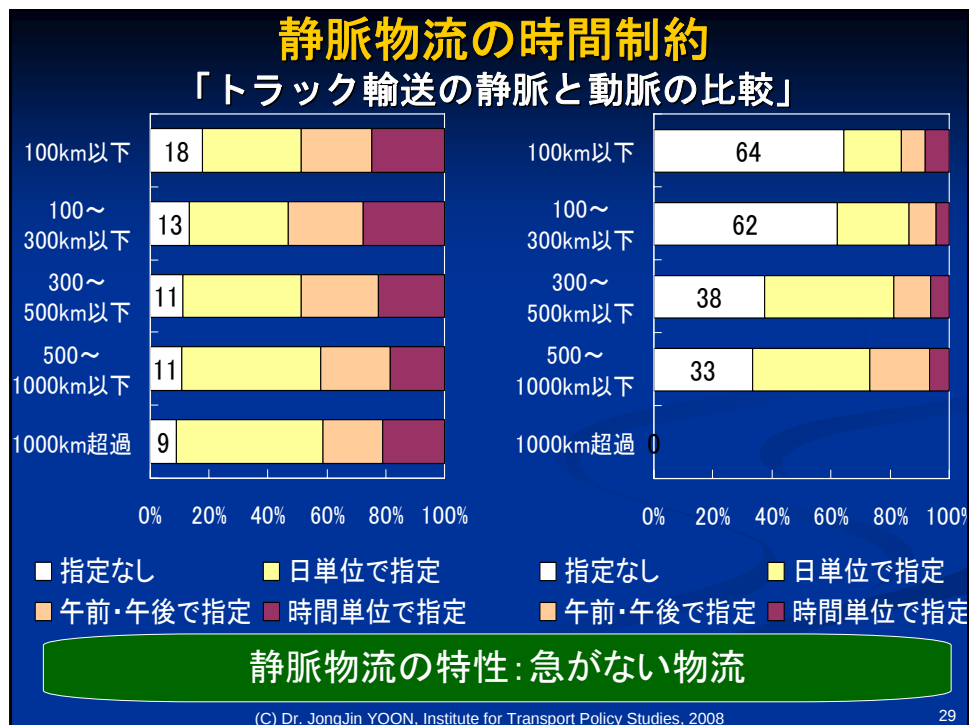
目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

26





静脈物流の特性：共同輸送・大量輸送の可能性

静脈 物流の 特性

- 短中距離の輸送が多い
- 輸送ロットが小さい
- 時間的に急がない物流
- リサイクルなどの処理施設への「集中型」輸送形態
- 販売のための物流と異なり営業上の秘密が少ない
- 欠品問題がない
- リードタイムの制約がない

静脈物流は、動脈物流に比べ、
「短距離の共同輸送（ミルクラン方式の回収）」、
「中長距離のインターモーダル輸送」
による物流の効率化が図りやすい特性

→ 輸送コストの削減が可能

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

31

目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. **イギリスにおける静脈物流計画**
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

32

イギリスの一般廃棄物発生量の推移



- 英国の埋立量の割合は64% (2005年)
⇒ 日本は埋立量の割合は16% (2003年)
- 1980年代末、Hampshireにおいては、
処分場の容量不足で、廃棄物埋立危機

出典1: 環境統計表により作成

出典2: 日本の廃棄物処理H18年度版(環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部、2008)

出典3: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

33

イギリスの廃棄物の再資源化のための輸送戦略

現在

混合廃棄物

道路

最終処分場

2010年以後

廃棄物の分別

鉄道
道路
河川
海岸

インターモーダル
輸送

リユース

リサイクル

『マテリアル(material)』
・再生利用 等

『ケミカル(chemical)』
・油化、ガス化、高炉原料 等

『サーマル(thermal)』
・固形燃料、発電、熱利用 等

出典: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006) により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

34

英国における廃棄物のインターモーダル輸送戦略

廃棄物は殆ど価値がない、或は逆有償である。
そのため、物流コストは
廃棄物をリサイクルするか、それとも、埋立処分するかを
決定する際に、決定的な要因となりうる。

鉄道、河川、海岸を利用したインターモーダル輸送
(物流コストの削減、環境負荷の低減)

- 埋立から
廃棄物のリユース及びリサイクルへの転換・促進
- 廃棄物と環境産業間のシナジー効果と産業共生
- 環境産業及び経済への寄与、雇用の拡大

出典: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006) により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

35

英国における廃棄物のインターモーダル輸送戦略

インターモーダル輸送(静脈物流の効率化、規模の経済)

土地利用政策、廃棄物政策、経済開発と
『インターモーダル輸送』との統合戦略

- 土地利用政策
⇒インターモーダル輸送に適合な用地(鉄道、河川、海岸)への環境施設の戦略的な立地
- 廃棄物政策
⇒Local、Regional、National Level(市場の規模、規模の経済等)に応じた環境産業の集中と配置
- 経済開発
⇒エコタウン整備等の環境産業の強化による経済開発
⇒インターモーダル輸送のためのインフラの整備

出典: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006) により作成

36

統合戦略(例)

規模	リサイクル種類・施設	品目	交通手段
国 / 国間	金属回収	アルミニウム	鉄道/船
	セメント製造業	金属 化学品	道路
地域 / 地域間	資源再生施設	ガラス/紙類	鉄道/船
	エネルギー化	プラスチック 使用済み自動車 建設廃棄物 ケミカルリサイクル	道路 鉄道/船
小地域 / カウンティ	エネルギー化	木類 ごみ固形燃料(RDF)	船 鉄道
ローカル	収集 機械選別・生物処理 (MBT)	全ての廃棄物	鉄道/道路

出典: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006) により作成
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

37

英国における鉄道による一般廃棄物の輸送事例 (2001～2002)

地域	鉄道輸送量 (千トン/年)	排出量のうち、 鉄道輸送量の割合(%)
North London	200	24%
West London	500	67%
East London * 1)	150	33%
Edinburgh	150	
Bristol	118	
Bath	41	
Greater Manchester * 2)	468	

ただし、* 1) 2003年4月から、 * 2) 2002～2003

出典: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006) により作成

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

38

河川を利用した廃棄物の輸送の事例

Cory Environmental 社は、
Thames川を利用して
約71万トンの廃棄物を輸送
(2005年)

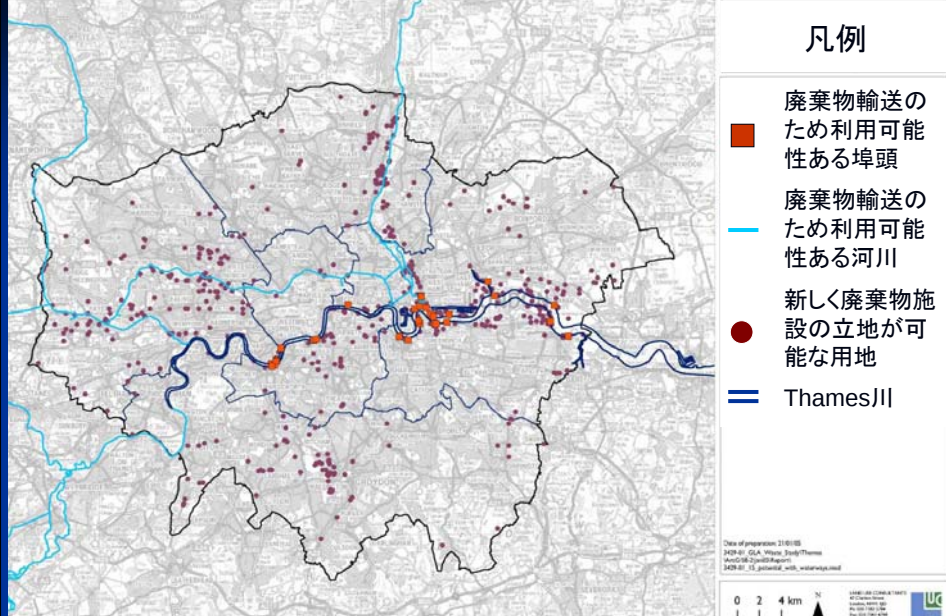


出典: <http://www.coryenvironmental.co.uk>

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

39

廃棄物インターモーダル輸送のための立地戦略

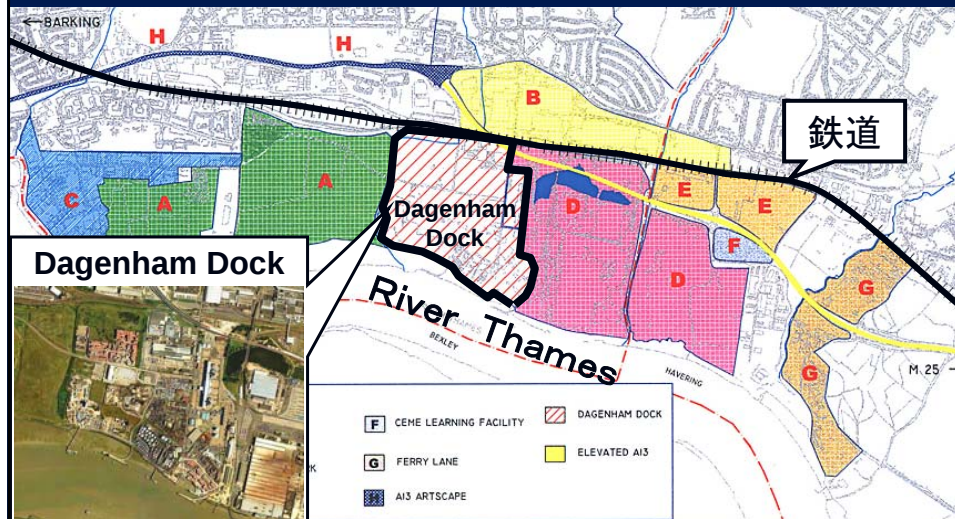


出典: Recycling and Recovery Facilities Sites Investigation in London (Greater London Authority, 2005)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

40

エコタウンの事例① ; Dagenham Dock



出典 : Dagenham Dock, Interim Planning Guidance for a Sustainable Industrial Park
(London Borough of Barking & Dagenham)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

41

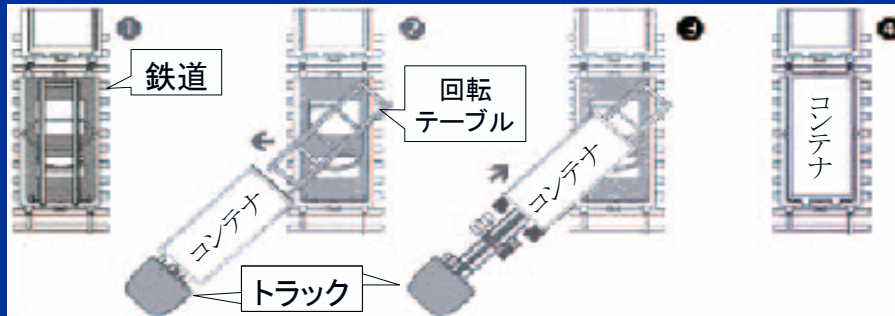
エコタウンの事例② Ince Marshes Sustainable Resource Recovery Park



出典 : <http://www.peel.co.uk/peelholdings/property/incemarshes.pdf>

廃棄物のインターモーダル(鉄道)輸送のための Advanced Container Turntable System (ACTS)

- 収集車両と鉄道の両方に搭載可能なコンテナ
- 車から鉄道に、鉄道から車に、コンテナを直接搭載可能
- コンパクトなターミナル運営が可能
- コンテナの積み降ろしのため、設備投資や作業が最小限で可能



出典1: Spatial Planning for Integrated Waste Transport (STRAW, 2006)

出典2: <http://www.intermodallogistics.co.uk/index.htm>

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

43

Advanced Container Turntable System (ACTS)

⇒ 廃棄物の輸送のため、
オランダやドイツ、スイス、
オーストリア等ヨーロッパ
で幅広く利用

⇒ 英国はまだ未導入

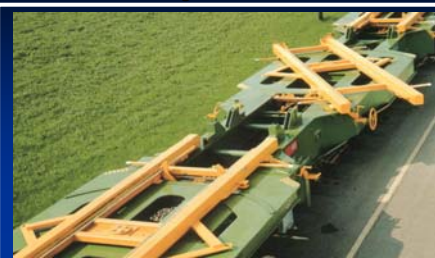


写真:『ACTS』を利用し、廃棄物を『Energy from Waste Plant』まで輸送

出典: <http://www.intermodallogistics.co.uk/index.htm>

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

44

目次

1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

45

対象地域及びモデルの概要

■対象地域: 東京都23区

■前提条件:

- ・処理業者1社、各区に1社の排出者
- ・排出量は、排出者当たり1.5トン^{*1)}

■廃棄物: 廃プラスチック

■モデルの概要(ミルクラン方式の共同輸送)

- ・目的関数: 総費用最小化
- ・制約条件
 - トラックの積載容量(6トン)を超えない
 - 時間制約: 静脈物流は急がない交通であるため到着時刻に対する制限はない(ただし、営業時間内に処理施設に戻る)
- ・計算手法: 遺伝的アルゴリズム

* 1) 注: 廃棄物(鉄スクラップ・動植物性飼肥料除く)の平均ロット(第7回物流センサス3日間調査)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

46

検討ケース

	輸送形態	処理場所	処理形態
ケース1	単独輸送	東京都	焼却後埋立
ケース2	共同輸送	東京都	焼却後埋立
ケース3	単独輸送	山口県	サーマルリサイクル
ケース4	共同輸送＋鉄道	山口県	サーマルリサイクル

ケース4における東京から山口県までの輸送



(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

47

ケース1「東京都処理（焼却後埋立）」：単独輸送



注) : 2006年道路ネットワーク(最短経路探索は交通量推計結果を利用)

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

48

ケース2「東京都処理（焼却後埋立）」：
共同輸送における最適共同輸送ルート



(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

49

ケース3「山口県リサイクル」：単独輸送

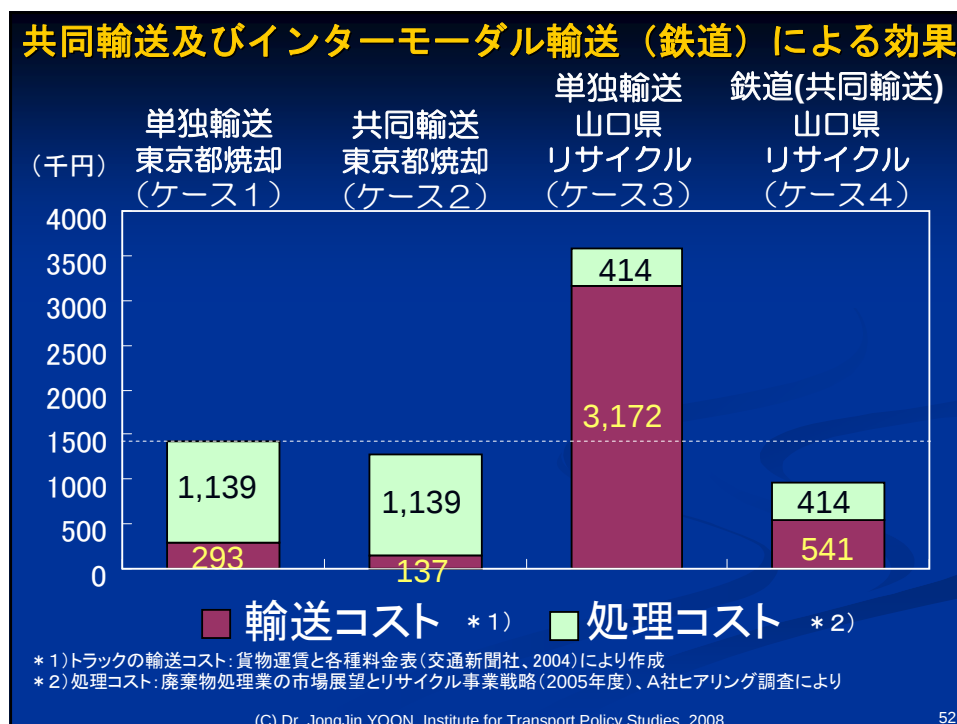


(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

50



51



52

環境影響の比較					
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	
	貨物車 (単独輸送)	貨物車 (共同輸送)	貨物車 (単独輸送 :片道)	貨物車 (共同輸送)	鉄道 (片道)
輸送距離 (Km)	564	219	28083	294	1062
輸送量(t)	34.5	34.5	34.5	34.5	
原単位 (g/トンキロ)	153	153	153	153	21
排出量(Kg)	2,978	1,157	6,445	1,551	770
排出量合計		(60%減)	(116%増)	2,321(22%減)	
静脈物流の効率化・環境負荷の低減⇒インターモーダル輸送システムの構築					
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008					
53					

目次
1. 研究の背景と目的
2. 静脈物流の現状
3. 静脈物流の特性
4. イギリスにおける静脈物流計画
5. インターモーダル輸送の検討
6. まとめ
(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008 54

まとめ

- 静脈産業において輸送コストは高い割合を占めている
- そのため、
廃棄物をリサイクルするか、それとも、焼却・埋立処分するかを決定する際に、物流費用が決定的な要因となる。

課題

- 静脈物流において、インターモーダル輸送の検討
- 各地域又は国レベルでの長期的な戦略として、
土地利用政策、廃棄物政策、経済開発と
『インターモーダル輸送』との統合戦略の検討

リユース・リサイクル等の推進による循環型社会の構築

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

55

ご清聴ありがとうございました

(C) Dr. JongJin YOON, Institute for Transport Policy Studies, 2008

56