

ニューヨーク空域における航空管制の現状と空域再編 ー 我が国首都圏空港・空域容量拡大への示唆 ー

Air Traffic Control and Airspace Redesign in New York Metropolitan Area

平田 輝満 Terumitsu HIRATA

運輸政策研究所 研究員

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ニューヨーク空域における航空管制の現状
3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト
4. 我が国首都圏空域・空港への示唆
5. 本日の報告のまとめと今後の課題

研究の背景と目的

首都圏空港の慢性的な容量不足

- ⇒ ・ 羽田再拡張, 成田B滑走路延伸
・ 関東空域の再編



中長期的な空港容量拡大の必要性は？

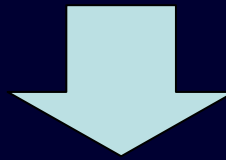


航空管制からみた空港・空域容量拡大方策の検討

海外調査:

ニューヨーク首都圏空域における取り組み

NYにおける遅延問題が深刻化
空域・航空路の設計が非効率



過去に例のない**大規模な空域再編**の実行(2007～2011)
(予定)

本日の報告:

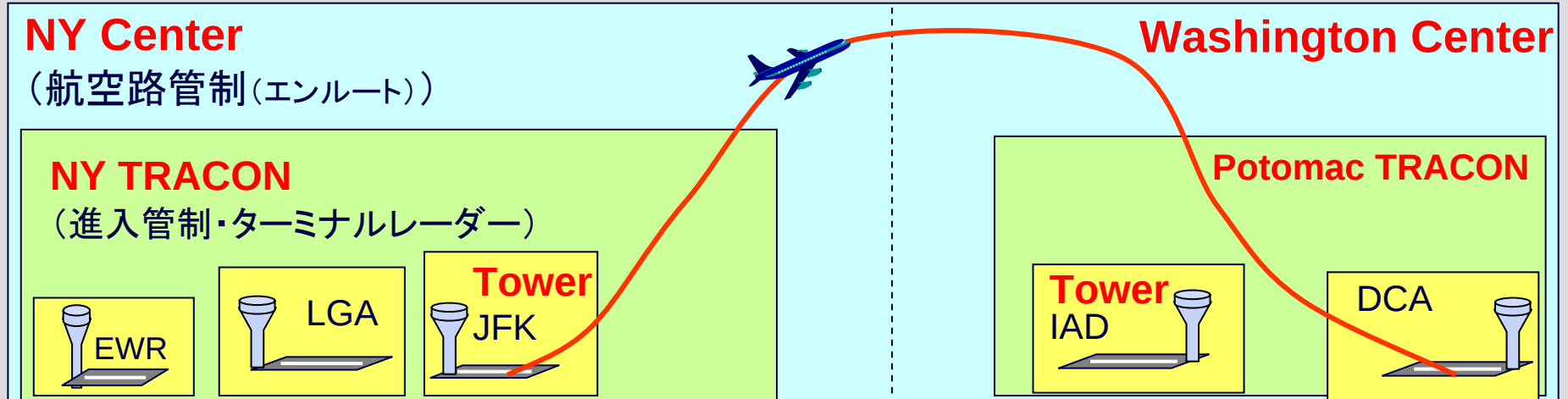
- ニューヨーク空域における管制運用の現状と空域再編プロジェクトについて紹介
- 我が国の空港・空域容量拡大への示唆

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ニューヨーク空域における航空管制の現状
3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト
4. 我が国首都圏空域・空港への示唆
5. 本日の報告のまとめと今後の課題

米国の管制機関の概要

Command Center



飛行場管制:

Airport Traffic Control Tower (**Tower** or ATCT)

進入管制・ターミナルレーダー:

Terminal Radar Approach Control (**TRACON**) ...160 TRACONs

航空路管制(エンルート):

Air Route Traffic Control Center(**Center**) ...20 Centers

ATMセンター:

Air Traffic Control System Command Center (**Command Center**)

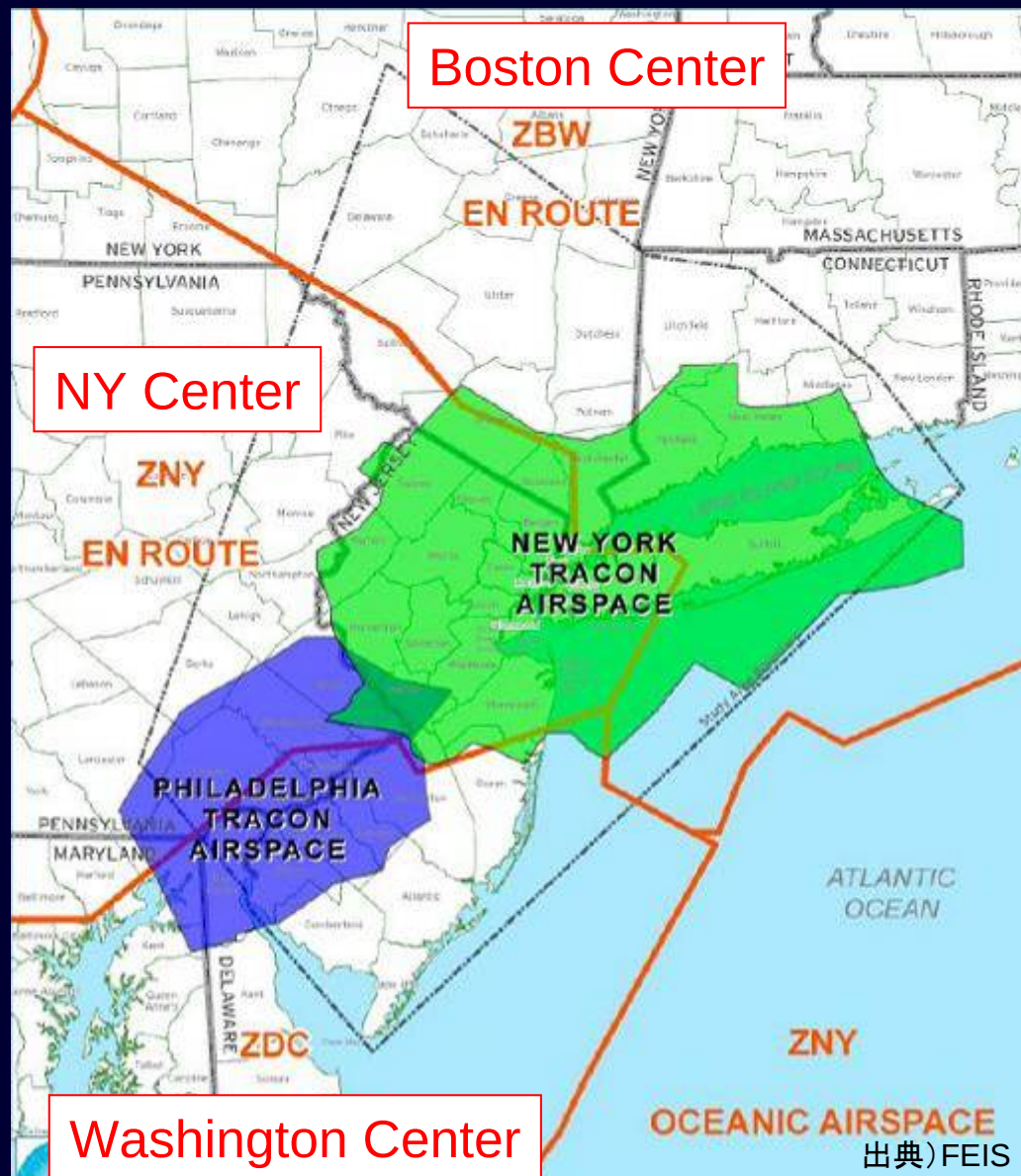
航空路管制 Air Route Traffic Control Center(Center)

全米を20のCenterに分割し，航空路管制を実施



出典) NY/NJ/PHL Metropolitan Area Airspace Redesign – Final Environmental Impact Statement
(以降, FEIS)

NY首都圏エリアの空域構成とNY TRACON



NY TRACON

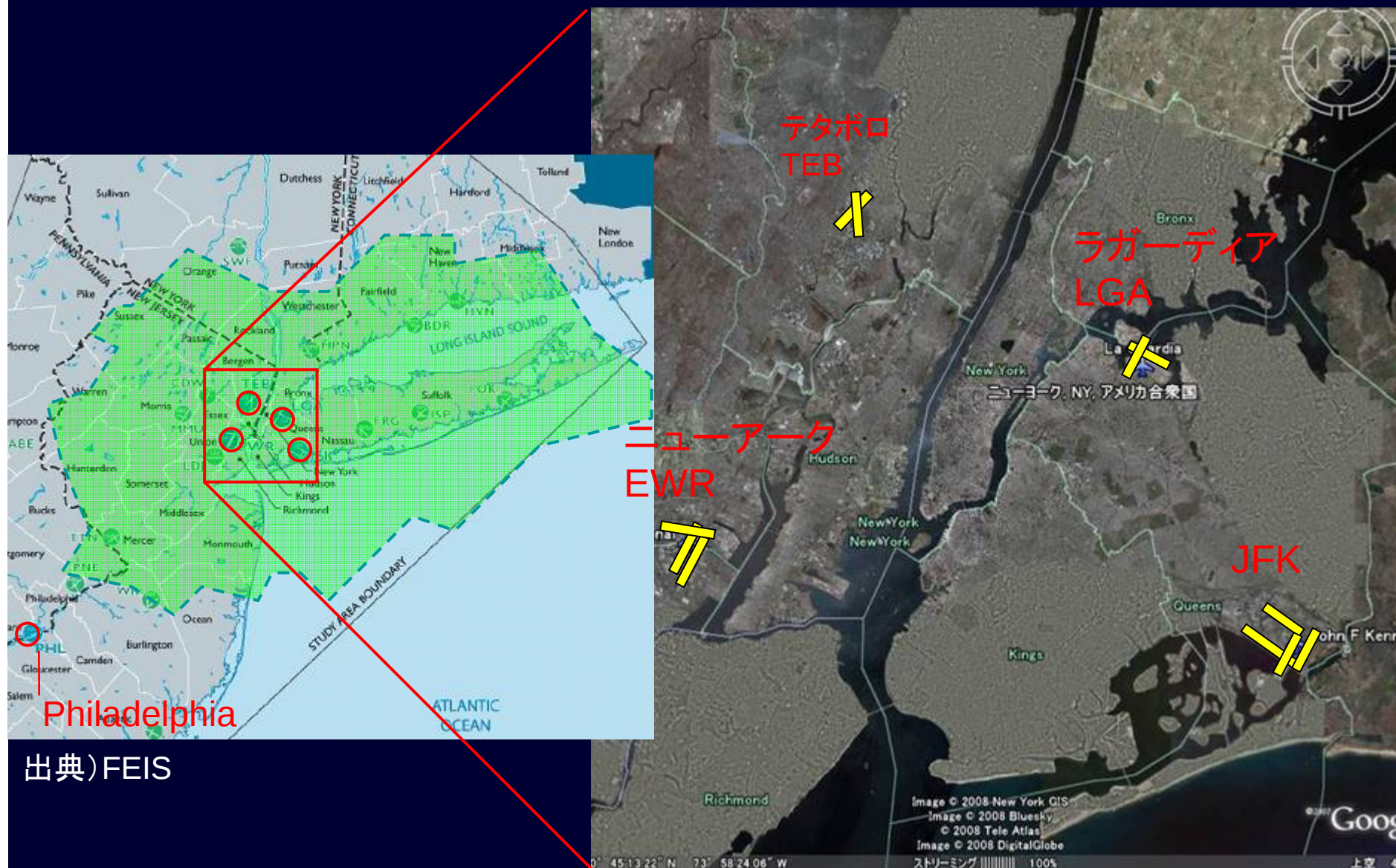
(世界最大の混雑空域の1つ)

NY TRACONの管制エリア
150 × 125NM, 17,000ft以下

米国では複数空港に発着する航空機をTRACONで一元的に管制
⇒ 空域の有効利用, 柔軟な運用

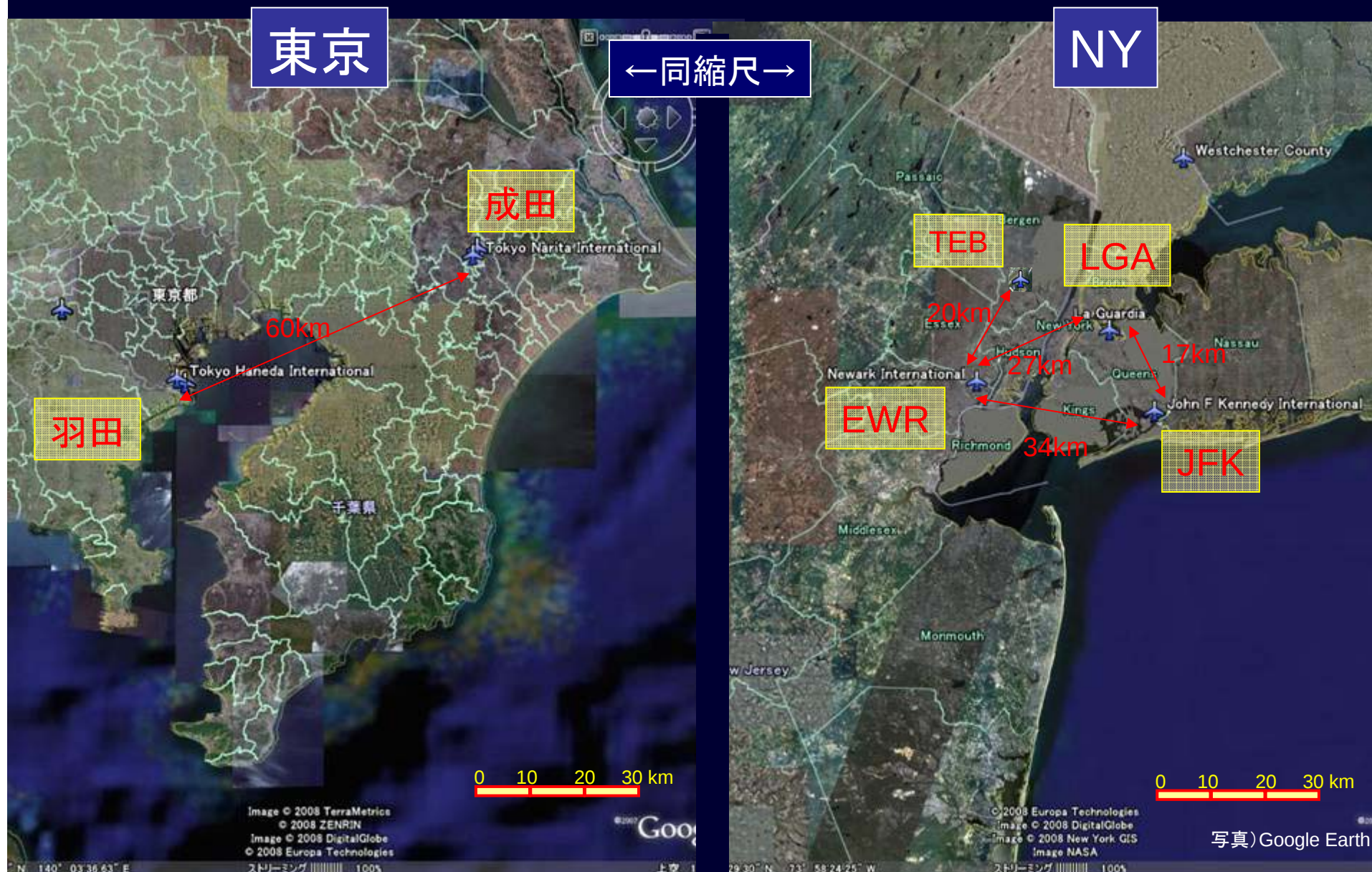
日本では, 関西空域で実施. 2010年からは羽田・成田の空域も統合し一元管制化

NY首都圏エリアの主な空港の配置



出典) FEIS

東京首都圏とNY首都圏の比較

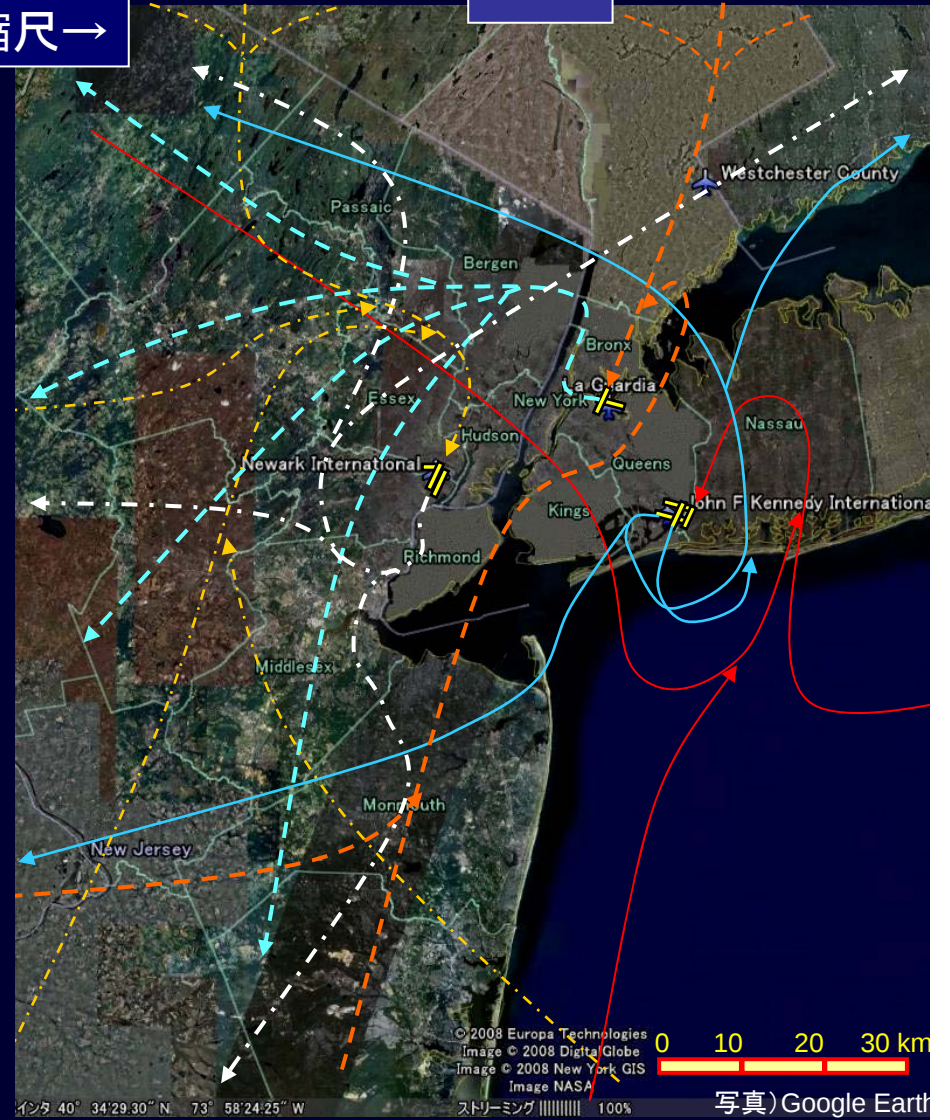
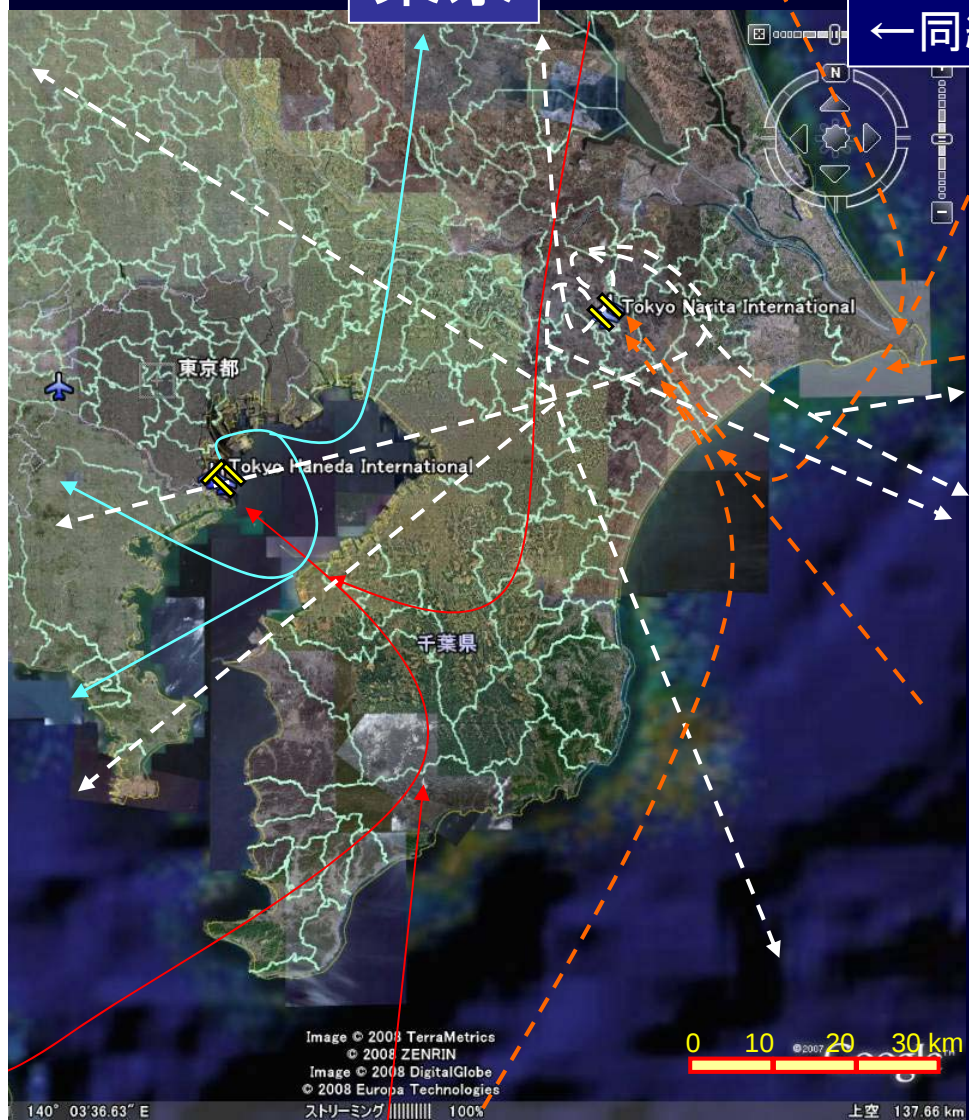


出発到着経路の例(複雑に絡み合う経路)

東京

NY

←同縮尺→



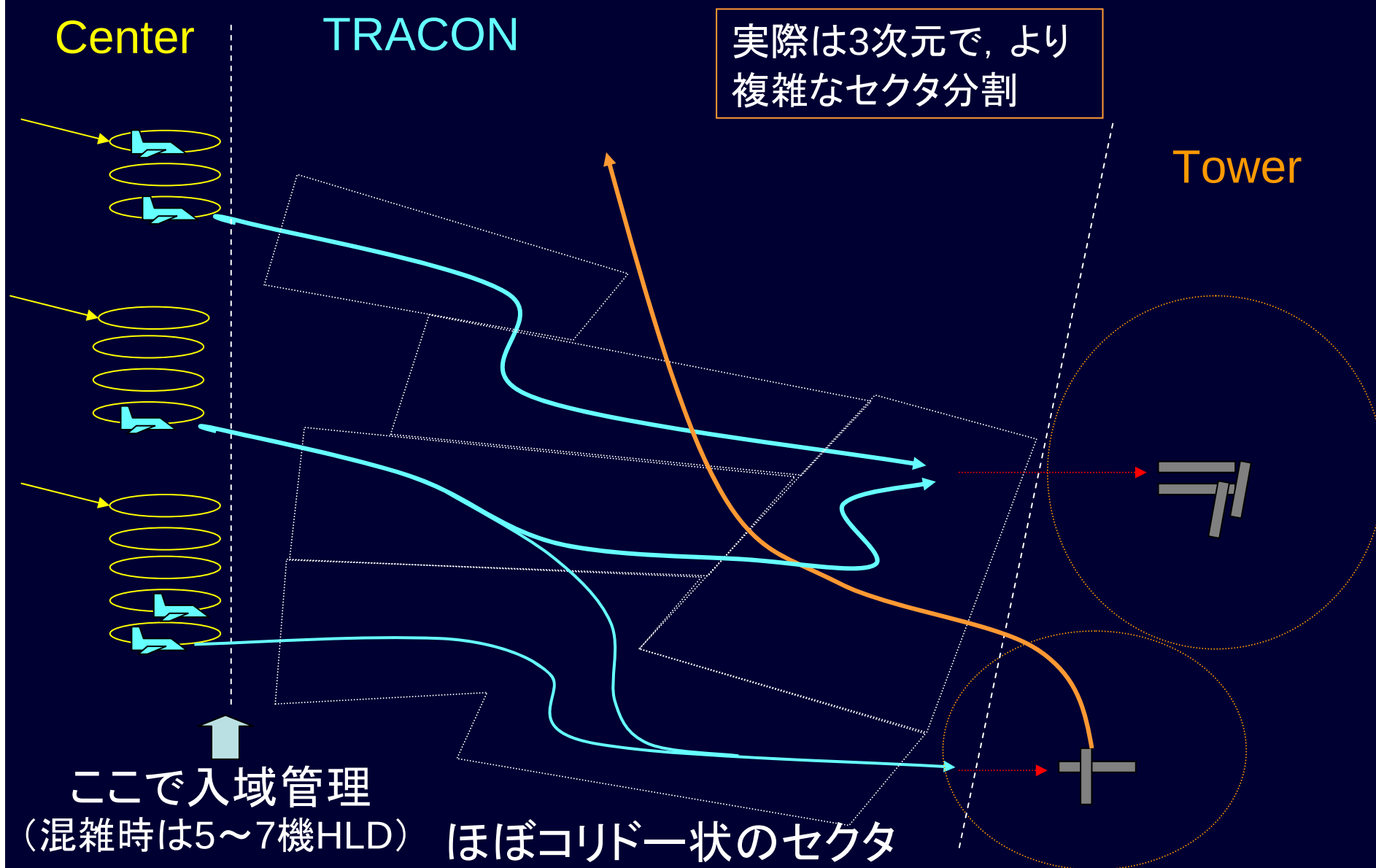
混雑の様子:ある日の飛行状態



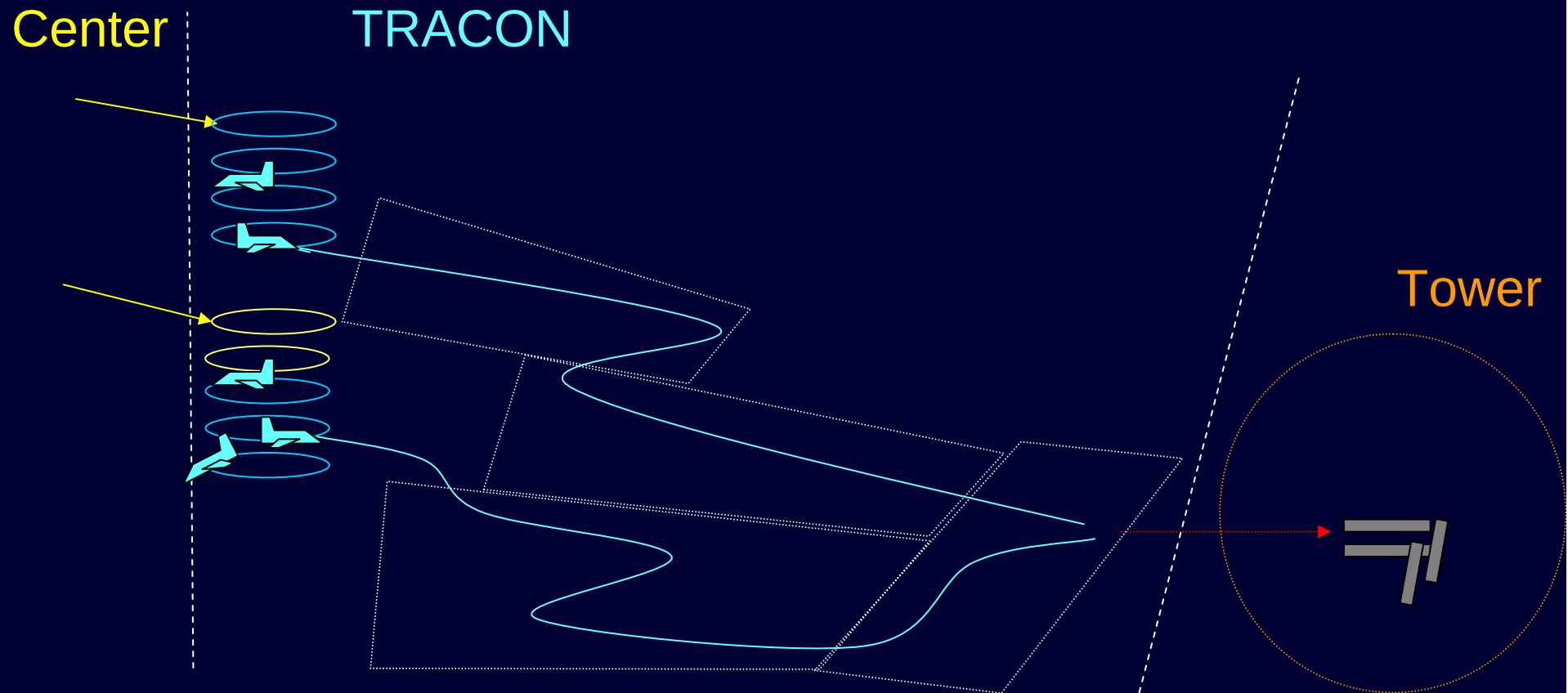
2008.2.15 AM10時 出典) Airport Monitor-LGA (<http://www4.passur.com/lga.html>)

(C) Dr. Terumitsu HIRATA, Institute for Transport Policy Studies, 2008

TRACON内の管制運用のイメージ



ホールディングのTRACON内移設(空域再編に伴い計画中)



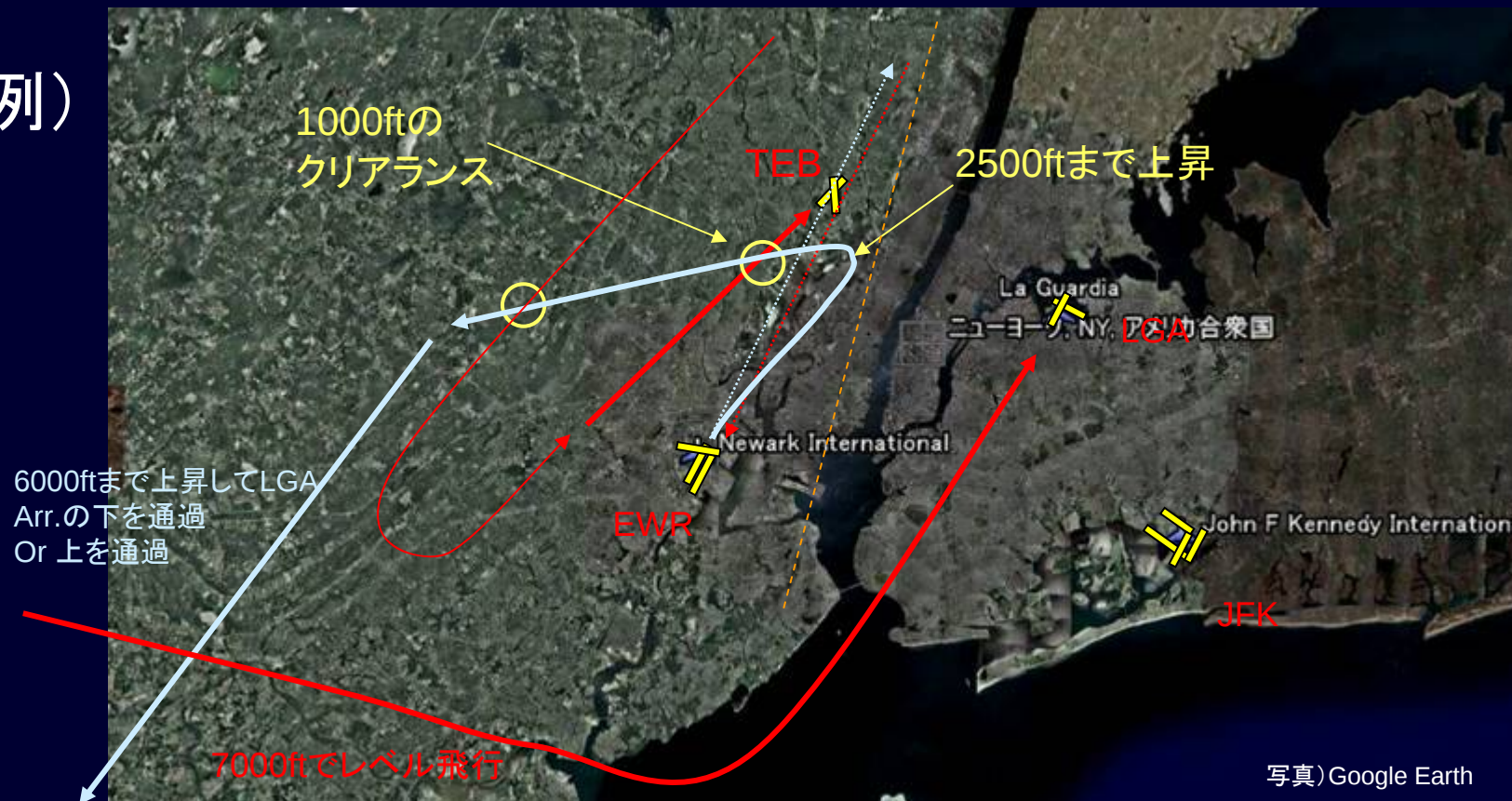
ホールディングの管理をTRACONで実施
⇒ ホールディングの開始や離脱の指示をより効率化

複数空港の近接性と、出発到着経路の設定

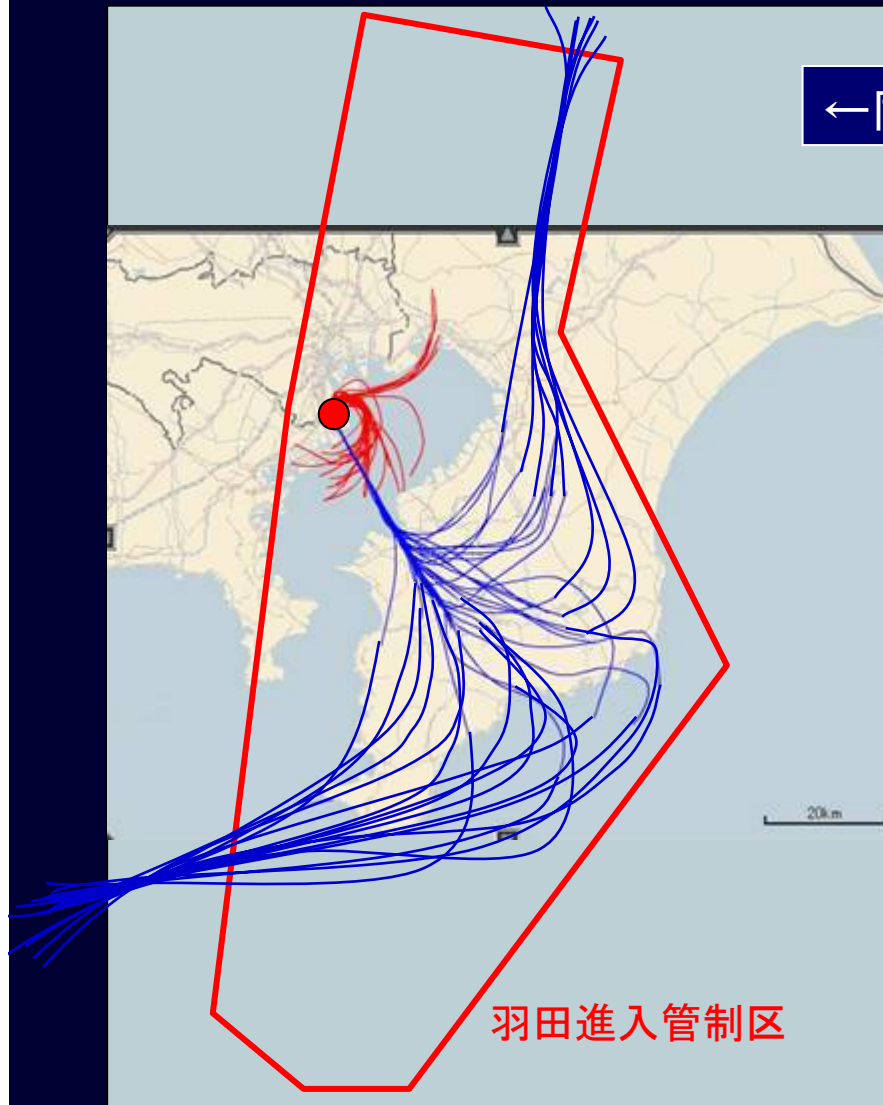
上昇・降下経路を細かく規定し、高度差も利用しながら安全な運航を確保

垂直間隔の最低基準: 1,000ft, 水平間隔の最低基準: 3NM

(例)

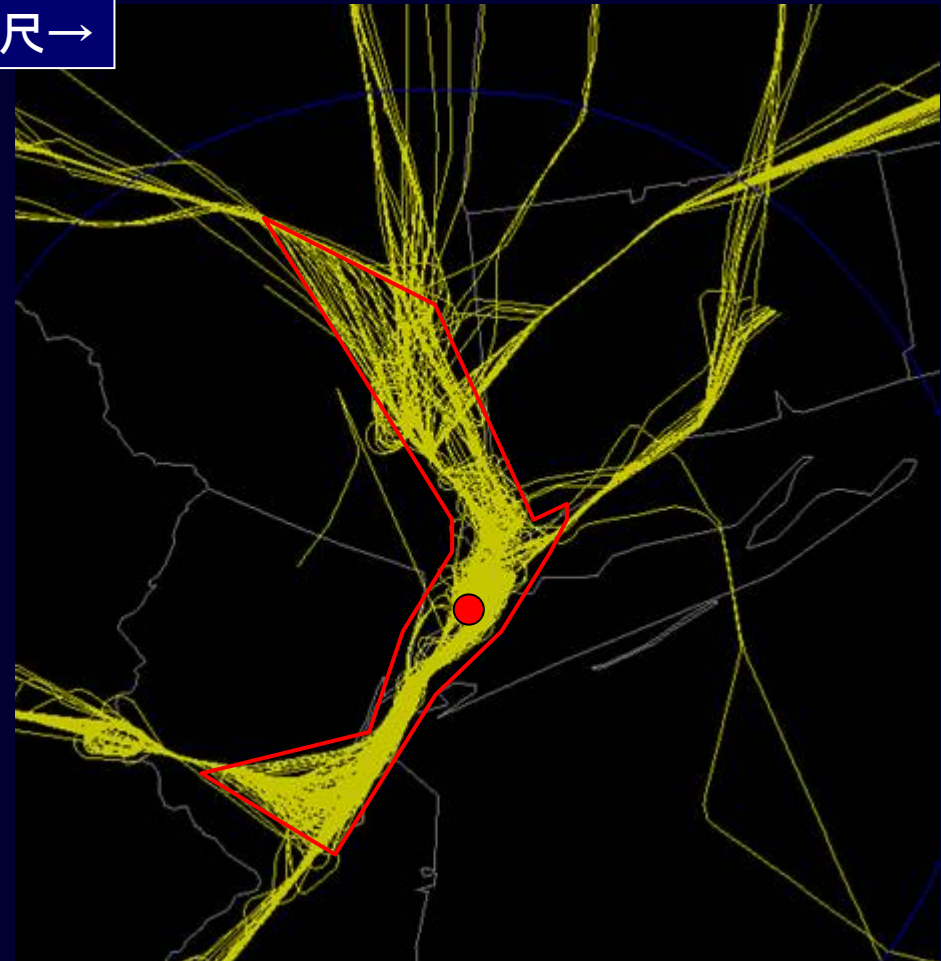


レーダーベクター(誘導)可能な範囲の比較(羽田とLGA)



羽田到着便の航跡図

出典) 飛行コース公開システム(航空局)をもとに作成



LGA到着便の航跡図(TRACON内)

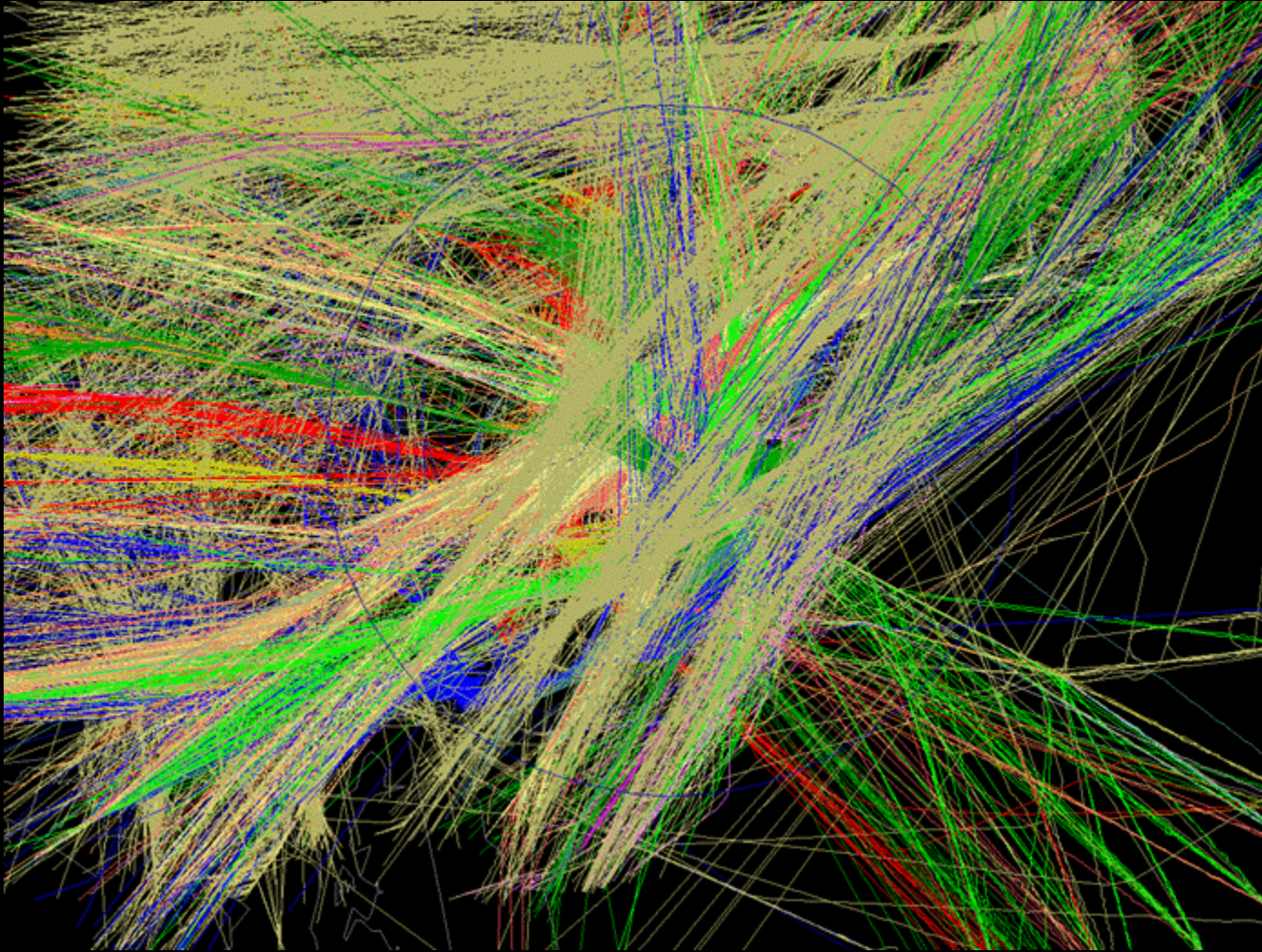
出典) MITRE社 提供資料

ニューヨーク首都圏空域の実際の航跡図(例)

ZNY 08/15/2007 Traffic

出典)MITRE社 提供資料

LGA Arr EWR Arr JFK Arr LGA Dep EWR Dep JFK Dep PHL Arr PHL Dep
TEB Arr TEB Dep HPN Arr HPN Dep ISP Arr ISP Dep MMU Arr MMU Dep Others



NY空域・NY TRACONの現状 ～まとめ, その他

- 空域を細かいセクタに分割し, 高度差を利用しながら各空港の出発到着経路を数多く引いている
- 非常に狭い空域セクタで最終進入へのレーダーベクターを実施
- TRACON内のTraffic Management Unitが到着交通量を調整
→ 入域直前(Center内)のホールディングを活用
- 騒音影響を考慮しつつも, 市街地上空ルートも積極的に使用
- 気象条件変化に伴う滑走路運用の変更はTRACONが決定
- 到着機は, 基本的にはFirst Come First Serve(空域が狭いため).
出発機は, 機材や方面を考慮し容量を最大化する順序付けを実施
- 好天候時はVisual Separationを積極活用し, 管制間隔の短縮, 管制官のワークロード軽減を行っている

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ニューヨーク空域における航空管制の現状
3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト
4. 我が国首都圏空域・空港への示唆
5. 本日の報告のまとめと今後の課題

3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト

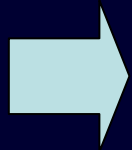
NY/NJ/PHL Metropolitan Area Airspace Redesign

背景

- ・遅延問題の深刻化
- ・空域設計の複雑性・非効率性

目的

NY/NJ/PHLエリア全域の空域・航空路の再編

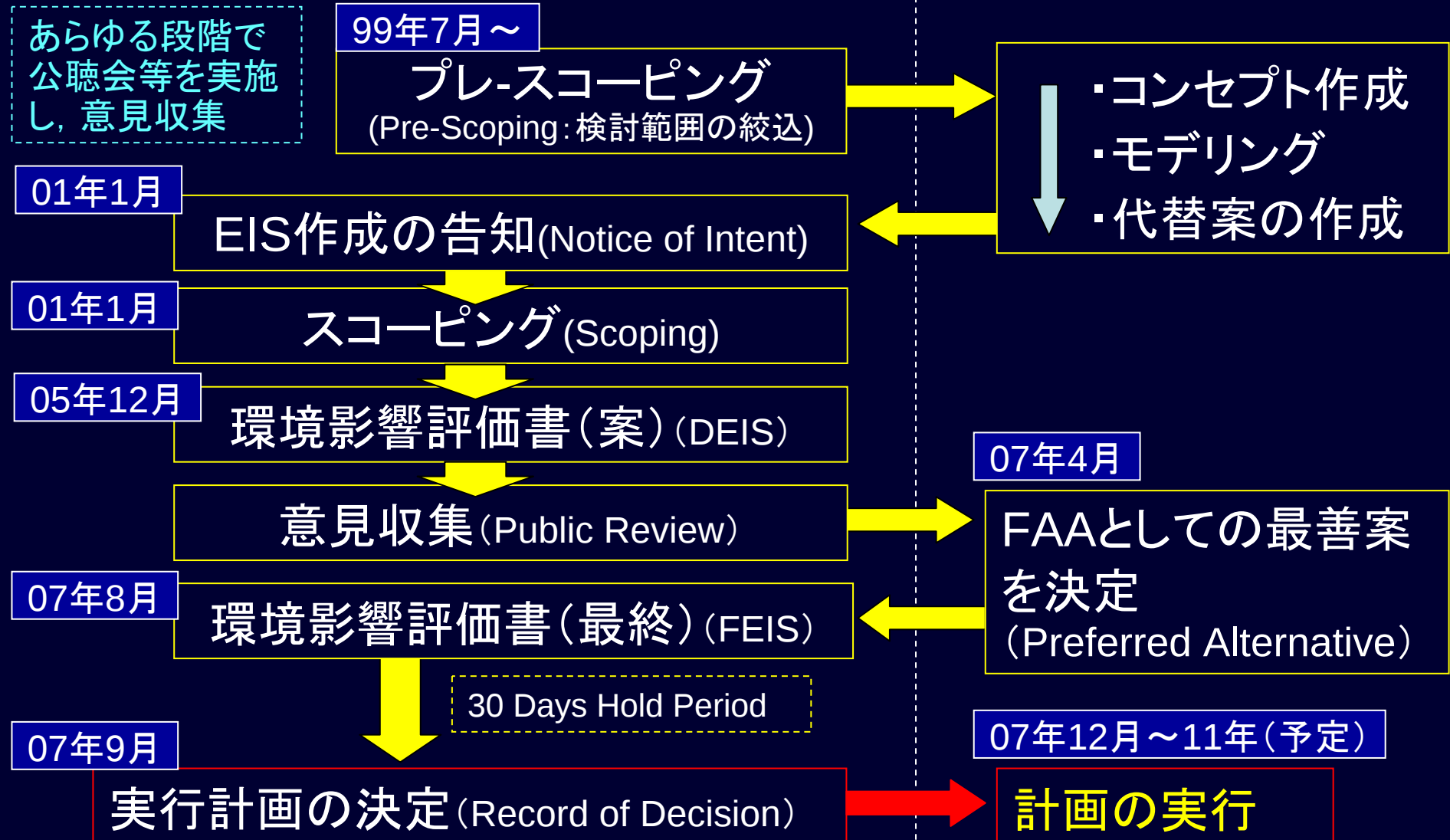


- ・航空管制システムの効率性・信頼性の向上
- ・遅延の軽減
- ・次世代管制システムの導入を促進

空域再編プロジェクトにおける検討の流れ

NEPAプロセス (国家環境政策法)

空域再編プロセス



Public Meeting / Workshopの様子

トータル120回以上にもおよぶPublic Meetingを実施



出典) Pre-Scoping Summary Report, FAA/ Scoping Report, FAA

Public Commentの収集, 公開

Table 4-1 Comment Summary

ID	MEETING LOCATION	ATTENDEES	RECORDER	WRITTEN COMMENTS	U.S. MAIL COMMENTS	E-MAILED COMMENTS	TOTAL COMMENTS
1	Waterbury, CT	10	1				2
2	Danbury, CT	19	1	4	1		5
	New Paltz (Kingston)						
3	NY	76	23	27	5		55
4	Stamford, CT	36		26		1	27
5	Manhattan, NY	34	9	8			17
6	Yonkers, NY	1					0
7	Bronx, NY	3	1				1
8	New Rochelle, NY	6	1				1
9	Flushing, NY	68	29	18			47
10	Uniondale, NY	98	8	28	1		37
11	Staten Island, NY	29	6	6			12
12	Montclair, NJ	38	11	18	5		34
	Little Ferry, NJ						
13	Hasbrouck Heights	118	37	33			70
14	Newark, NJ	13	2	3			5
15	Elizabeth, NJ	27	4	12			16
	Carteret/Woodbridge,						
16	NJ	35	6	3			9
	Metuchen (Edison),						
17	NJ	21	8	4			
	Scotch Plain						
18	(Springfield), NJ	37	11	6			
19	Bridgewater, NJ	17	5	1			
20	Parsippany, NJ	113	21	46	2		
	Trenton						
21	(Bordentown), NJ	4		1			
22	Philadelphia, PA	10		3	1		
23	Wilmington, DE	30	2	11			
24	Holmdale (Hazlet), NJ	32	13	8			
25	Toms River, NJ	22	3	8			
26	Tinton Falls, NJ	23	5	3	1		
27	Manhattan, NY #2	33	2	5			
28	White Plains, NY	98	22	10			
29	Weehawken, NJ	15	5	1			
30	Bronx, NY #2	36	3	7			
31	Jamaica, NY	72	7	19			
32	Misc	n/a			56		
Grand Total		1174	246	319	114		

出典) Pre-Scoping Summary Report, FAA
Scoping Report, FAA

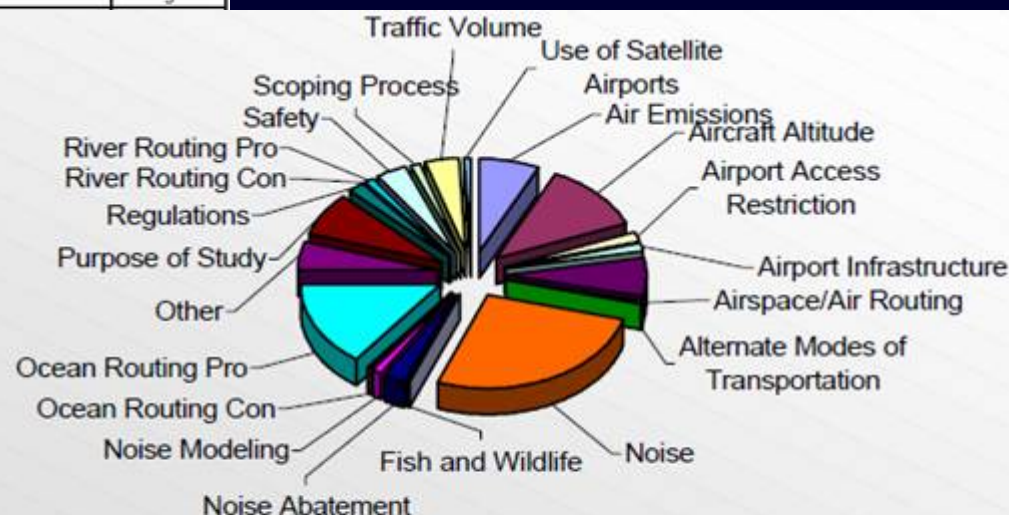
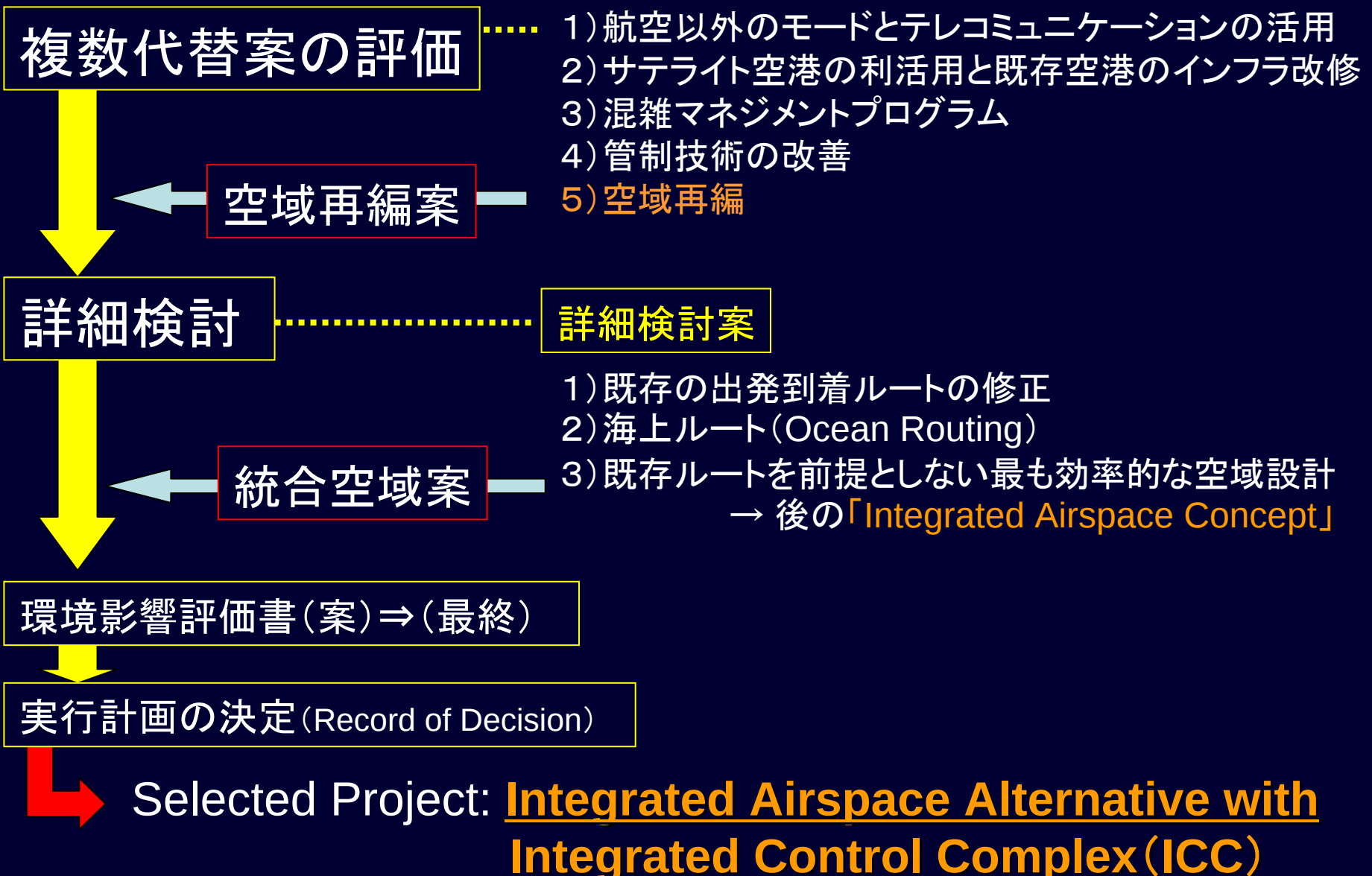


Figure 1.0: Public Comment Summary

代替案の設定と詳細検討, 最終実行プロジェクト



ICCによる空域再編の主なねらい

① TRACONエリアを拡大し, Centerと統合

→ Integrated Airspace with Integrated Control Complex(ICC)

ターミナルの管制間隔適用エリアを拡大

(航空路管制 5NM ⇒ ターミナルレーダー管制間隔 3NM)

NY TRACONとNY Centerを完全に統合し, 同じ管制システムにより一元管制

② 出発・到着経路の再設計

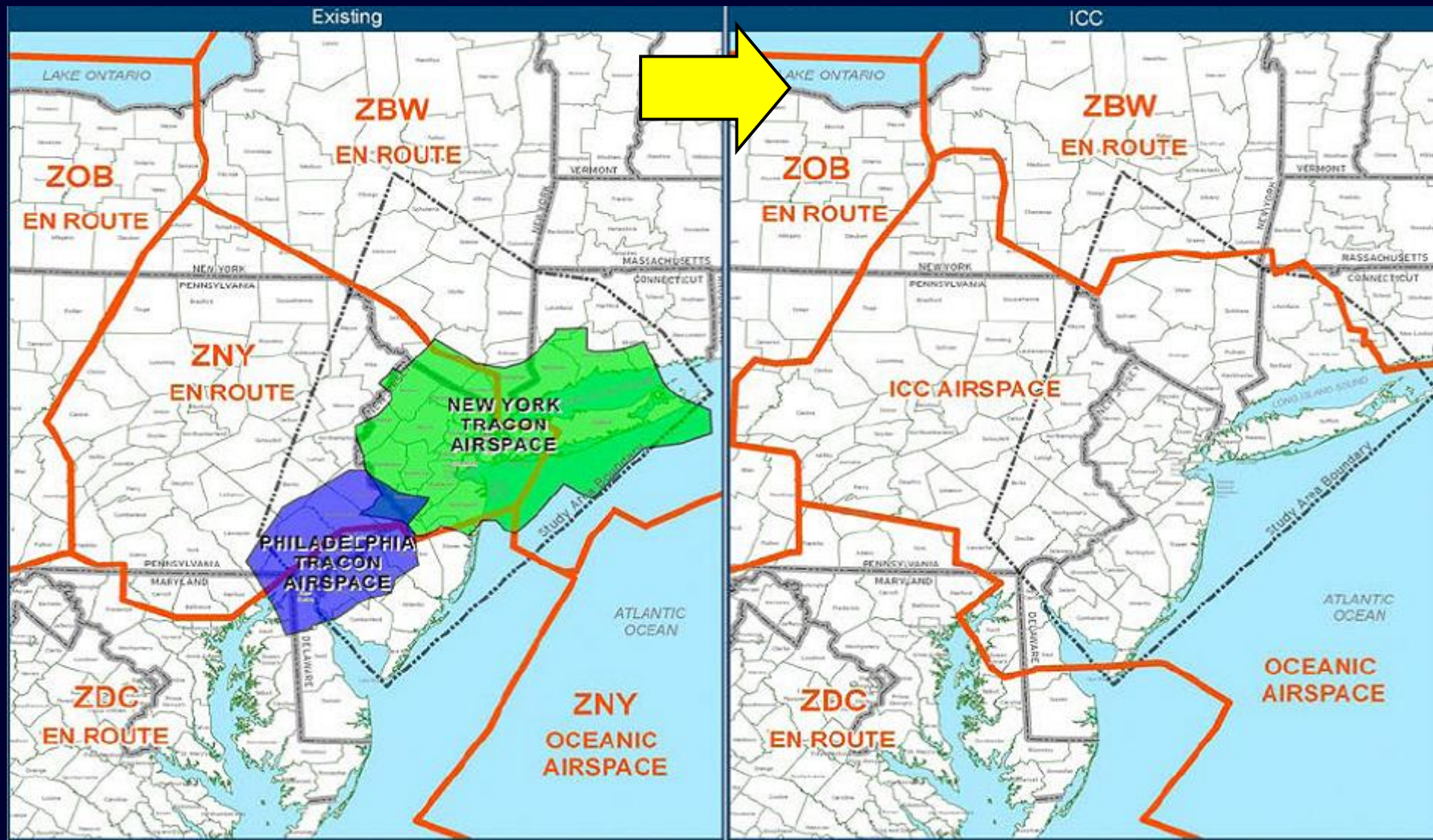
効率的な上昇・降下

西行き出発ルートが増加

③ 出発方式の工夫による離陸容量の拡大

Fanned Departure Heading (離陸方位の分散運用)

① ICCによるTRACONエリアの拡大



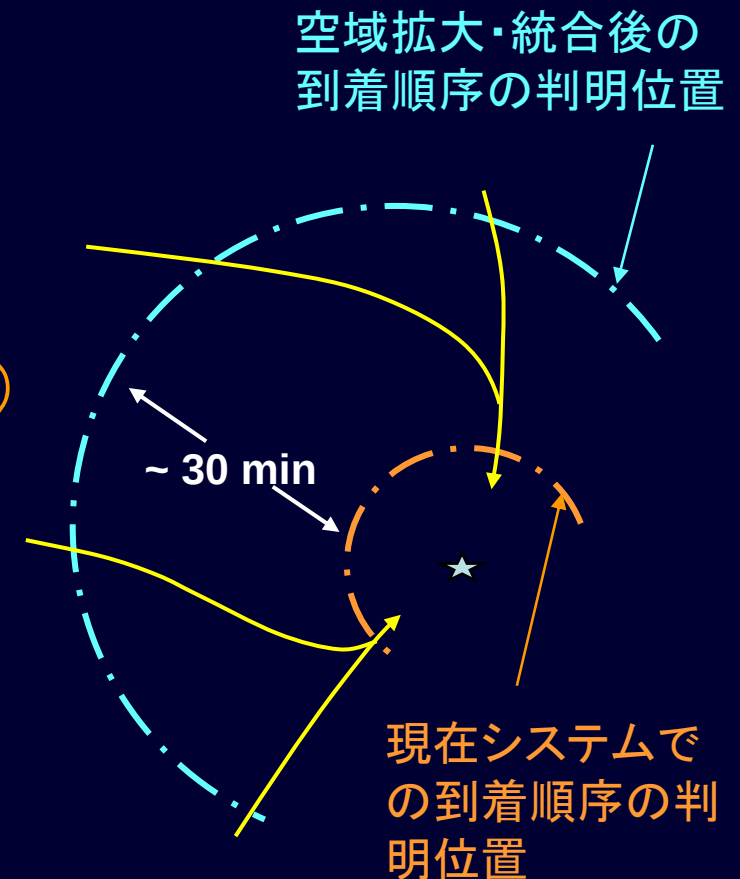
現状のNY TRACON(17,000ft以下)

NY ICC(23,000ft以下)

① ICCによるターミナル間隔の適用範囲の拡大と 到着便処理の効率化

- ・ターミナル間隔の適用範囲の大幅拡大
⇒ 安全間隔の短縮
(エンルート: 5NM ⇒ ターミナル: 3NM)
(レーダー更新時間: 10秒 ⇒ 4秒)
- ・早期の到着順序付け(シーケンシング)
⇒ 無駄な誘導を回避
⇒ 管制官のワークロード軽減
- ・高高度の長時間維持
⇒ 燃料効率, 騒音影響が大幅改善

etc

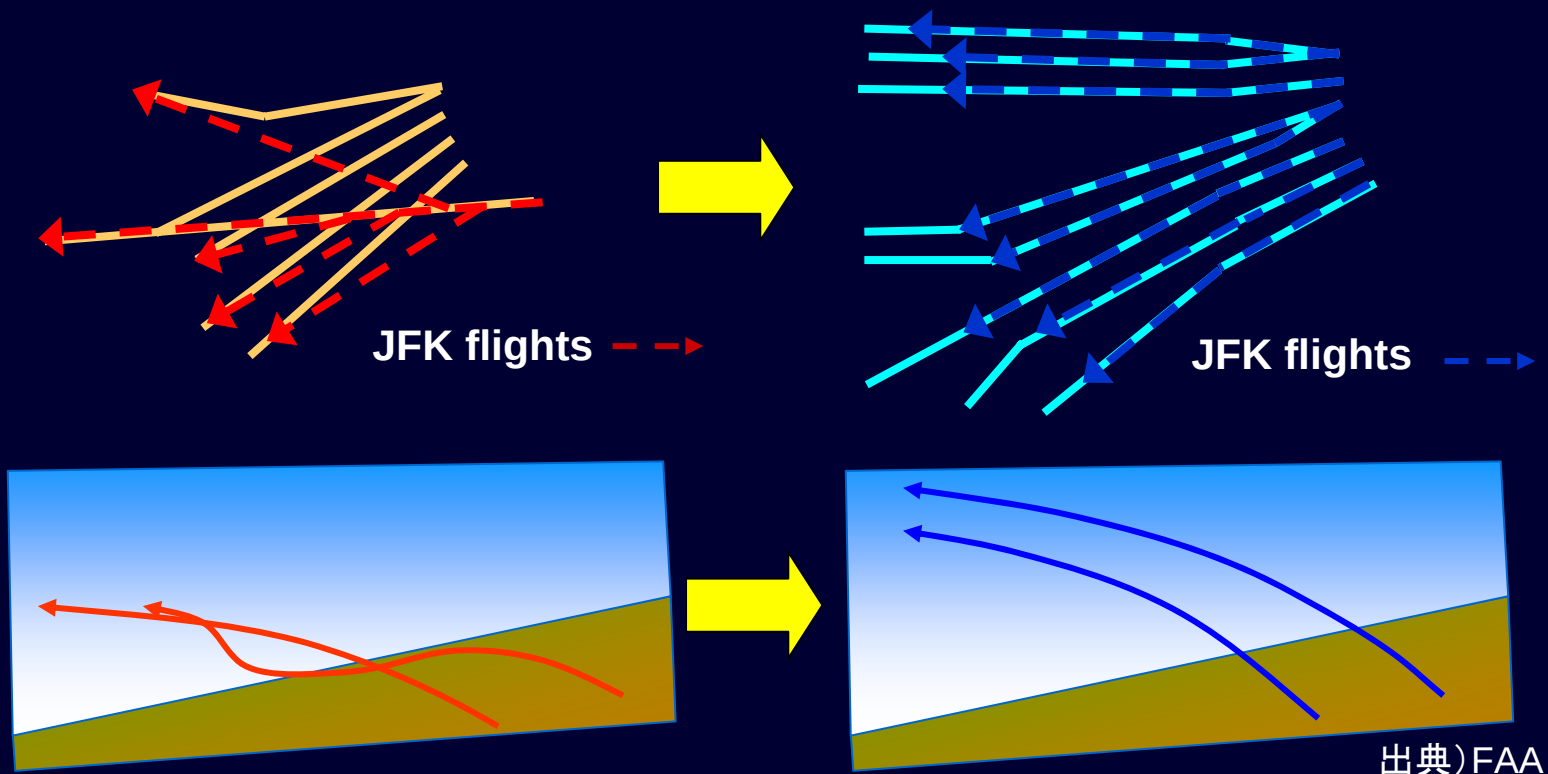


出典)FAA

② ICCによる出発便処理の効率化

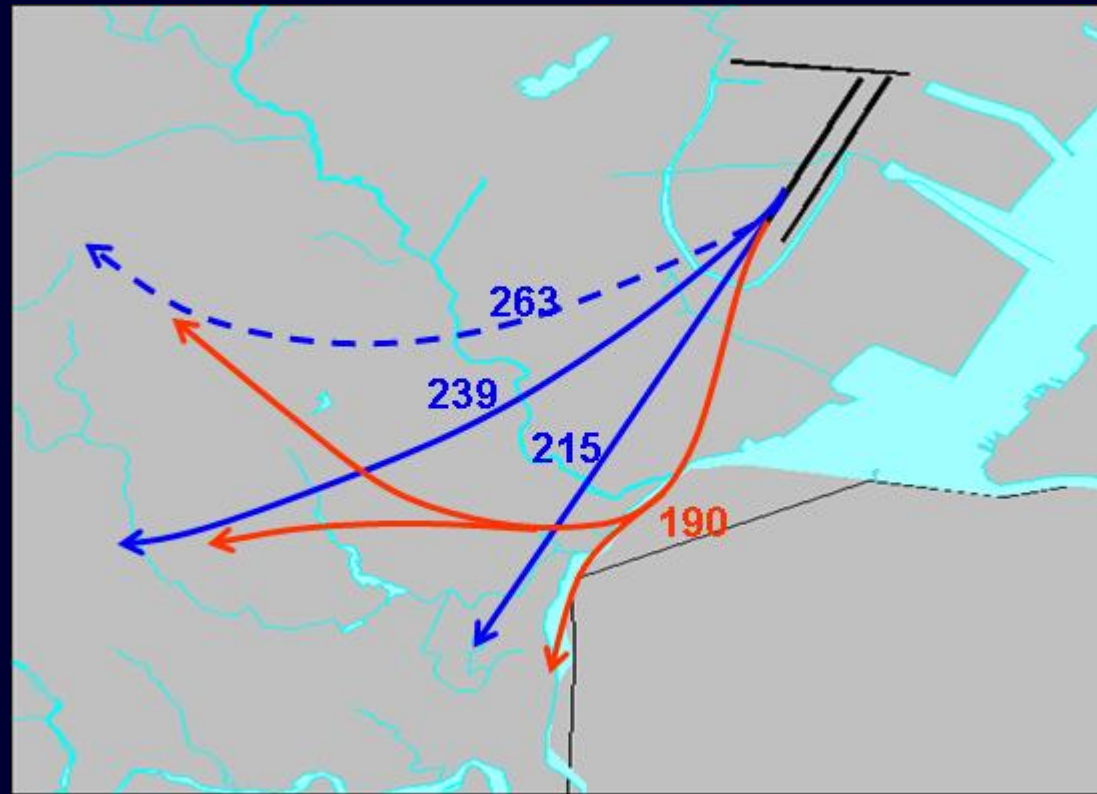
- 西行き出発ゲートの増加
- 交錯経路の解消, 簡素化
- Departure Fixを複層化 (Stacked Departure)

⇒ 離陸容量の増加, ワークロードの軽減



③ Fanned Departure (出発方位の分岐)による離陸容量の増加

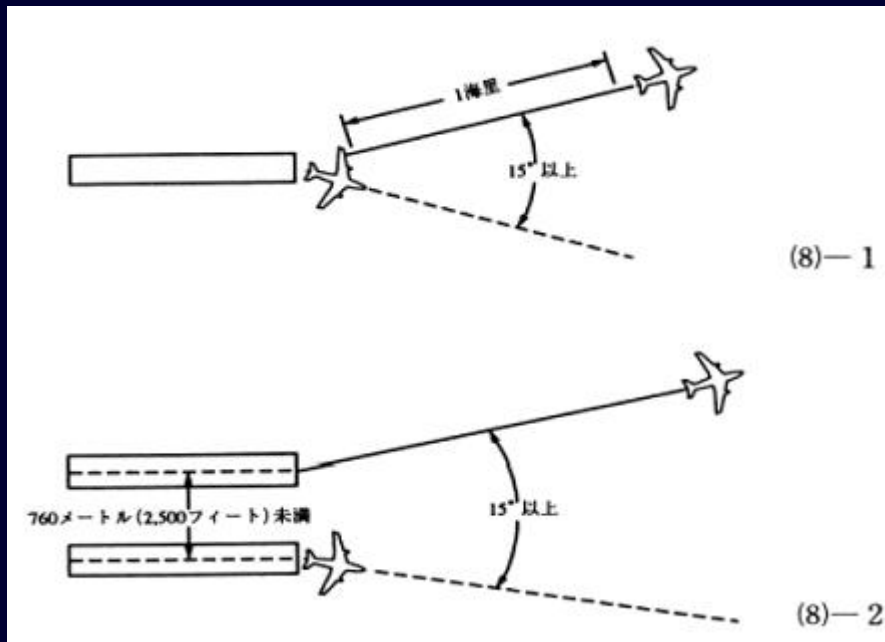
- ・ 離陸直後の飛行方位を分散
⇒ 出発初期間隔の短縮による離陸容量増加



(ニューアークの例)

出典) FAA

Fanned Departure (出発方位の分岐)による管制間隔の短縮



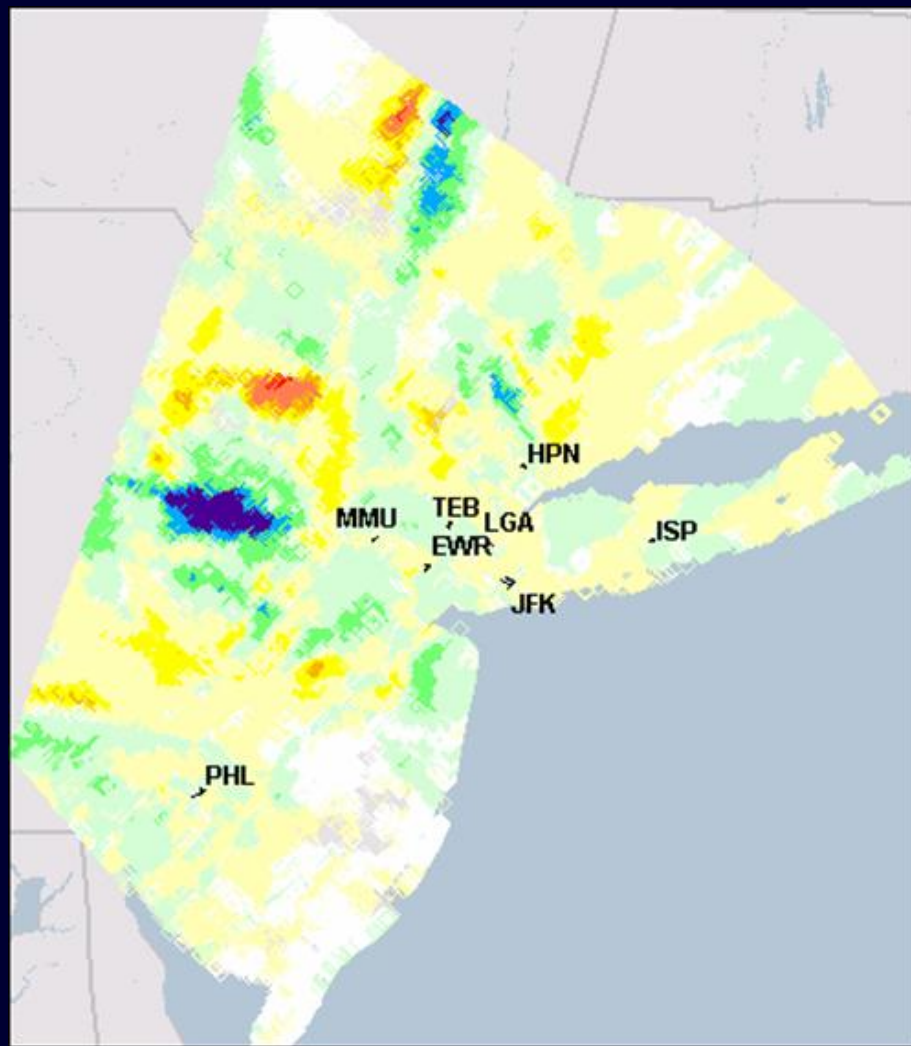
出典) 管制方式基準, 航空局

出発方位が15度以上分岐する場合, 出発初期間隔が短縮可能:
3NM→1NM

ただし, 後方乱気流適用時は適用不可 (出発方位の分岐に関わらず, 飛行場管制の後方乱気流間隔2分もしくは4~6NMが適用)

Fanned Departureは, 技術的な問題というより, 空域制限や騒音の問題が大きい

騒音への影響 (ICCとNo Actionの差)



出典)FAA

Raw Change in Db from Future No Action with Mitigation

	Number of Census Points
◆ 20 to 25	(26)
◆ 15 to 20	(622)
◆ 10 to 15	(576)
◆ 5 to 10	(9044)
◆ 0.1 to 5	(153067)
◇ -0.1 to 0.1	(41060)
◇ -5 to -0.1	(107108)
◇ -10 to -5	(9230)
◇ -15 to -10	(1985)
◆ -30 to -15	(991)

45dB以上の騒音を被る人の
数は619,023人減少

一部地域で騒音が悪化
(出発到着経路の再編, Fanned
Departure, などのため)

騒音への影響 (ICCとNo Actionの差)



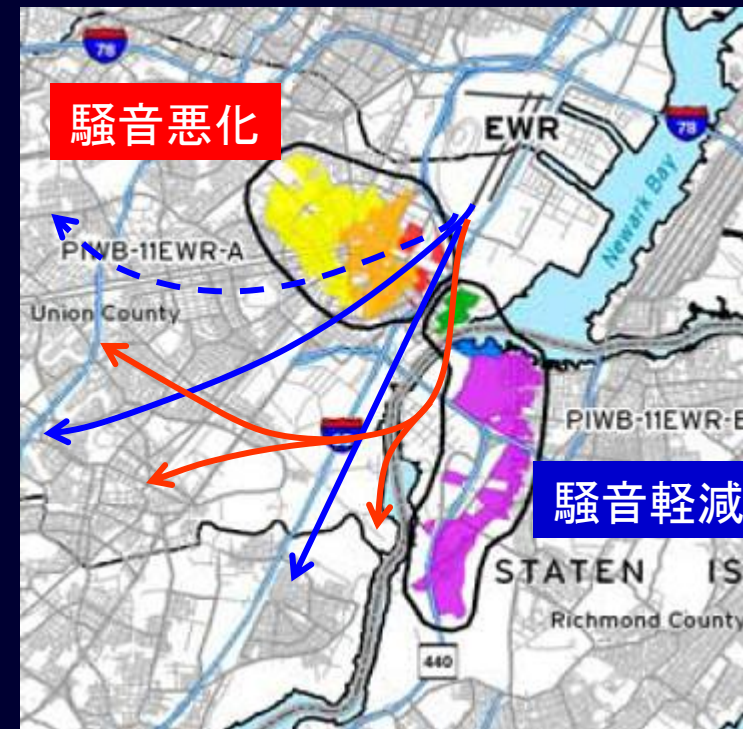
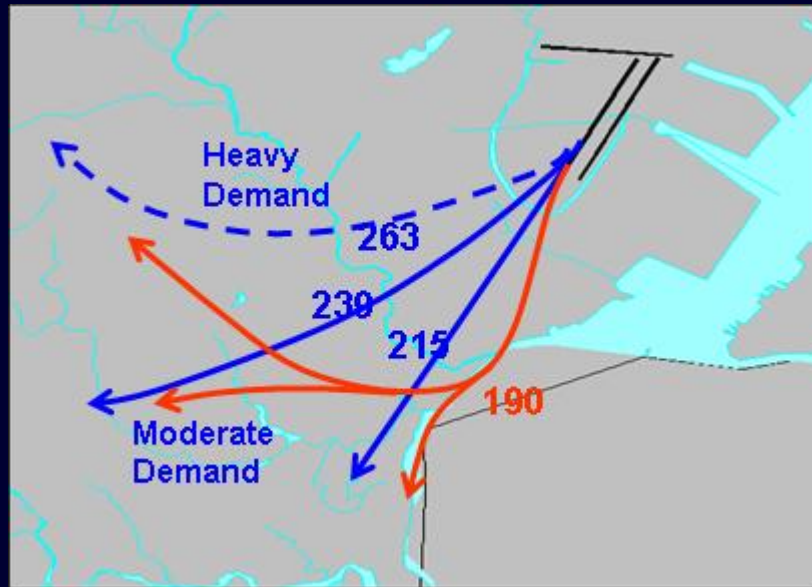
出典) FAA

Raw Change in Db from Future No Action with Mitigation

	Number of Census Points
◆ 20 to 25	(26)
◆ 15 to 20	(622)
◆ 10 to 15	(576)
◆ 5 to 10	(9044)
◆ 0.1 to 5	(153067)
◆ -0.1 to 0.1	(41060)
◆ -5 to -0.1	(107108)
◆ -10 to -5	(9230)
◆ -15 to -10	(1985)
◆ -30 to -15	(991)

一部地域で騒音が悪化
(出発到着経路の再編, Fanned
Departure, などのため)

Fanned Departureによる騒音影響の変化 (ニューアークの例)



出典) FEIS

これまで避けていた市街地上空にも出発経路を設定
【騒音軽減策】

- 夜間やオフピーク時には非住宅地域や河川の上空ルートを飛行させることで、騒音を出来る限り軽減
- RNAVにより高速道路などに沿う出発経路を設定

Record of Decision後の訴訟

FAAは120回にも及ぶPublic Meetingを開催してきたにも関わらず、現在、異なる団体から10以上の訴訟が起きている。

空域再編により、騒音値が上昇する地域からの訴訟が多い。
原告団は、FAAの再編プロジェクト調査に関する手続きについて、NEPAプロセス等に従っていない等の理由で訴訟を起こしている。

原告団の例：

Rockland County, City of Elizabeth, Delaware County,
Eastern Connecticut region など

* Steve Kelley氏 (FAA)によると、今後1年程度は法廷で争うことになり、その判決次第では再編計画に修正が必要であるとのこと。

FAA側としてはNEPAプロセスに適切に準拠して計画してきたので問題はないと考えているが、裁判官の判断や政治的圧力により判決はどうか分からない。

訴訟の例

➤ Rockland County (EWR北):

⇒ 空域再編計画の差し止め, 調査のやり直しを要求

- ・FAAは, NEPAや1990 Airport Noise and Capacity Expansion Actの騒音軽減策に対する要件についての議会及び最高裁の決定に従っていない. FAAが使用している
- ・昼夜平均騒音レベルでは騒音レベルを過小評価している.
- ・公園やレクリエーションエリア上空の分析が不十分
- ・低所得者居住地域上空でのホールディングなど, 環境正義(Environmental Justice)についてきちんとみていない.

(Airport Noise Law/News (2007.9.1))

➤ City of Elizabeth (EWR南, 直近):

- ・NEPAの規定に従っていない.
- ・Elizabeth地域の騒音が従前より非常に悪化し, FAAの軽減策も効果が疑われる.
- ・Fanned Departureにより安全上の問題あり(1950年代, 同様の運用で3件の事故あり).

(City of Elizabeth Press release (2007.9.5))

➤ Delaware County:

- ・FAAはFederal Clean Air Actで要求されている手続きに従っていない.

(MyWire, The Philadelphia Inquirer (2007.9.15))

➤ Eastern Connecticut region (the towns of Greenwich, Wilton, Darien, Redding, Weston, Ridgefield, Norwalk, Stamford and Pound Ridge, N.Y.):

GAOに対して, 市場原理(混雑料金等)によるスロット調整方策の検討を要求

(New York Times (2007.11.18))

空域再編プロジェクトのまとめ

- ✓ 過去に例をみない大規模な空域再編プロジェクトをNEPAプロセスに基づき実施
- ✓ TRACONエリアをCenterエリアと統合することで拡大し, 3NMのターミナル管制間隔の適用範囲を拡大し, 管制を効率化
- ✓ 空域再編によりFanned Departureの実施や西側出発ゲートの拡大により, 出発容量を拡大
- ✓ 騒音影響があるものの, 空港容量問題の重要性を鑑み, 市街地上空も積極活用することで容量拡大を実施

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ニューヨーク空域における航空管制の現状
3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト
4. 我が国首都圏空域・空港への示唆
5. 本日の報告のまとめと今後の課題

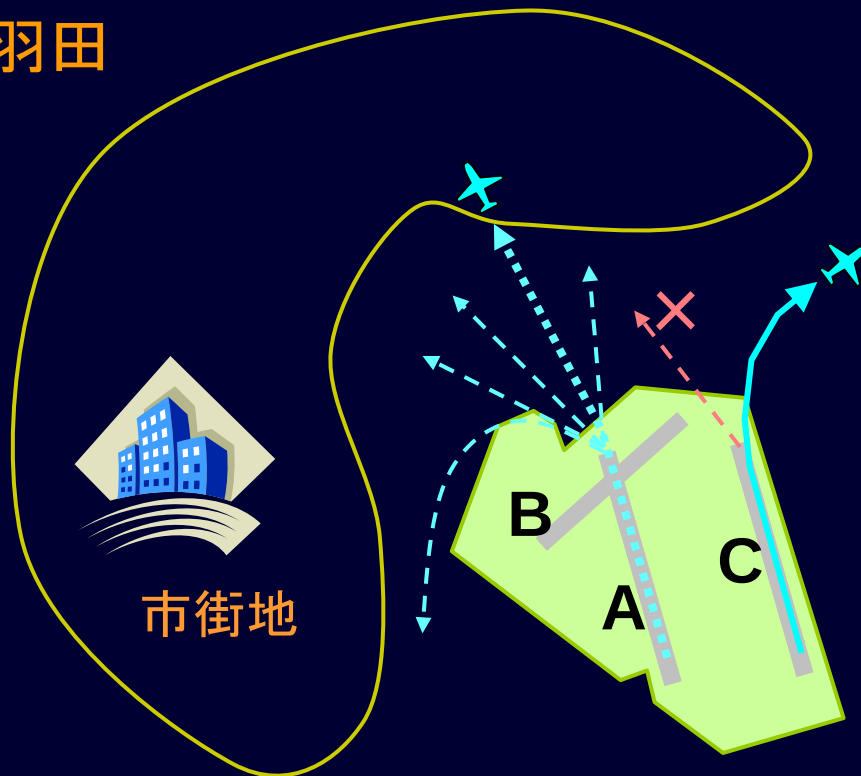
日米の空港容量と管制運用の比較

*(参考)FAA Airport Capacity
Benchmark Report 2004

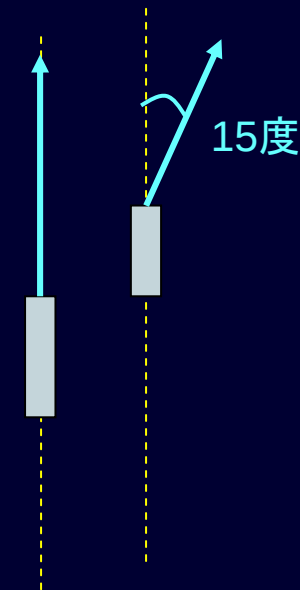
	羽田	ニューヨーク		
		JFK	LGA	EWR
年間発着 回数実績	約 31万回 (滑走路 3本)	約 40万回, (4本)	約 46万回 (2本)	約 50万回 (3本)
離着陸* 容量 (回/時)	63回 (31回着陸・32回離陸)	87回(好天時) ～ 67回(悪天時)	85回(好天時) ～ 74回(悪天時)	92回(好天時) ～ 66回(悪天時)
機材構成 (Heavy率)	約 70% ⇒後方乱気流の影響大	約 45%	約 10%	約 20%
飛行方式	Visual Approachは基本的 に使用しない	好天時はVisual Approachを積極適用		
空域制限 等	内陸上空ルート of 制限 横田・百里空域による制約	内陸上空ルートも飛行可能 海上に軍用空域あり		
進入管制	羽田単一の進入管制区 ⇒・関東空域再編により成田 空域と統合 ・中間空域の創設(管制部)	TRACONによる複数空港の一括管理 ⇒空域再編によりTRACONエリアの拡大 (Integrated Airspace with ICC)		

Fanned Departure (離陸方位の分散)

羽田



成田における
技術検討の例



交通新聞08/4/25

【日本での制約と可能性】

- ・大型機比率の高さ⇒後方乱気流間隔がネック
平行滑走路や小型機の多い地方空港はOK
- ・空域制限や市街地上空ルートへの制約
時間や状況で制限・分散ルートの分散・
低騒音機の活用

平行滑走路からの離陸経路を15度以上分岐させることで、同時離陸が可能
(上記検討で実際に分岐経路を前提としているかは不明)

進入管制区 (TRACON空域) の再編

関東空域の再編 (2010～)

- ・羽田・成田の進入管制区を統合
- ・統合空域を縮小し、中間空域を創設 (中間空域は、航空路管制を行う東京管制部が管理 (到着順序付けを実施))



NYの空域再編の動きと逆

- * 航空路管制システムで効率的な順序付け, 間隔設定が可能か?
- * より狭い進入管制区で, ファイナルへの誘導等における柔軟性に支障はないか?



将来的には, NYのように, 進入管制区 (TRACON) の拡大の方が望ましい可能性もある



出典) 航空局「関東空域再編について」CNS/ATMシンポジウム2008

我が国への示唆 ～まとめ

- 進入管制区の今後の設計
 - ⇒ 拡大？縮小？中間空域？
- 出発経路の分散化
 - ⇒ 空域・飛行制限の緩和，騒音影響の軽減
 - ⇒ 離陸容量の増加
- Visual Approachの活用
 - ⇒ 管制間隔の短縮，管制官のワークロード軽減
 - ⇒ 設定スロットの拡大と悪天時遅延の許容

本日の報告内容

1. 研究の背景と目的
2. ニューヨーク空域における航空管制の現状
3. NY/NJ/PHL首都圏空域再編プロジェクト
4. 我が国首都圏空域・空港への示唆
5. 本日の報告のまとめと今後の課題

本日の報告のまとめ

- ニューヨーク空域における航空管制の現状
- 空域再編プロジェクト
- 我が国の空域・空港容量拡大に対する示唆

今後の予定

- 日米欧の航空管制運用の比較分析
- 次世代管制システムの適用方法の検討
- 首都圏空港の容量拡大方策の検討

etc

ご清聴，有難う御座いました．

『ニューヨーク空域における航空管制の現状と空域再編
－ 我が国首都圏空港・空域容量拡大への示唆 －』

研究員 平田 輝満
[hirata @ jterc. or. jp](mailto:hirata@jterc.or.jp)