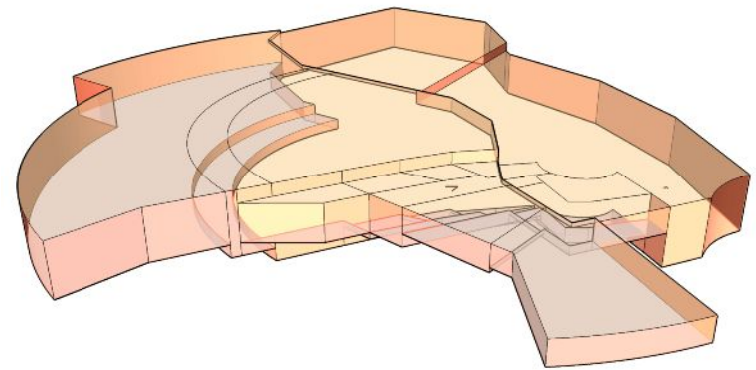
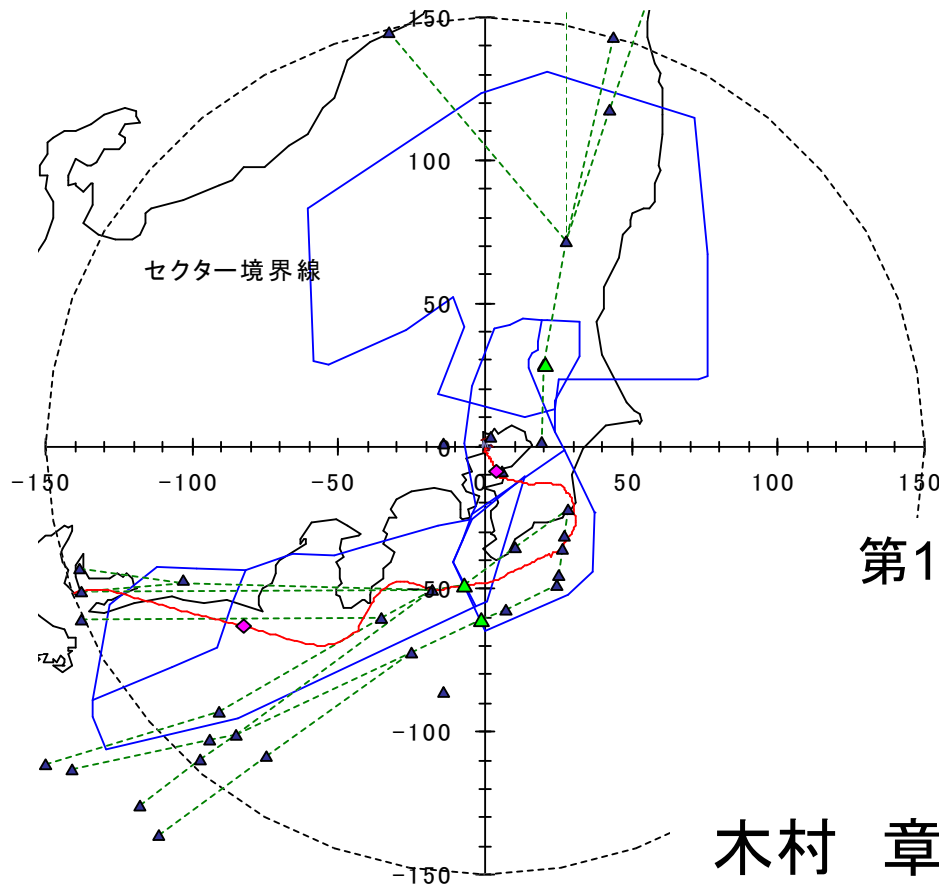


ターミナル空域評価手法における ふたつのアプローチ



第10回電子航法研究所研究発表会
平成22年6月4日

航空交通管理領域

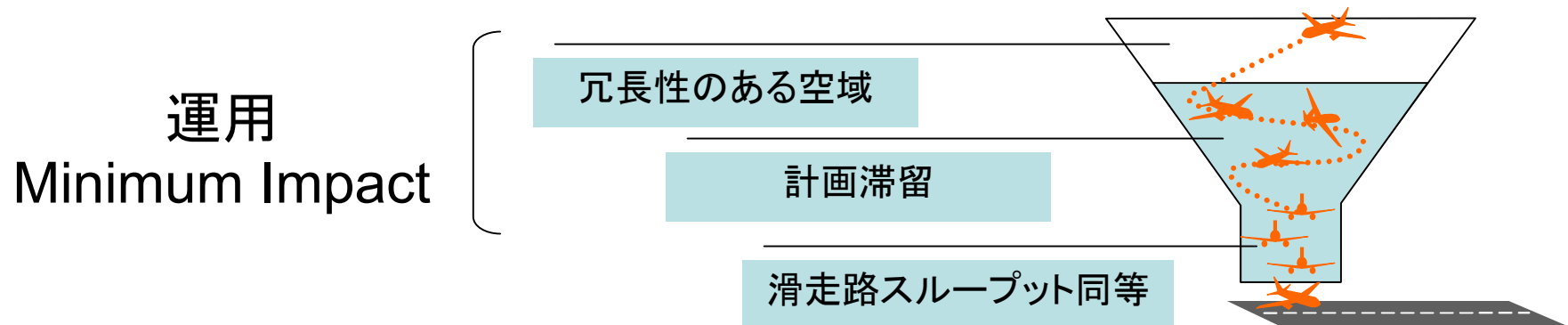
木村 章(発表)、福田 豊、蔭山 康太

ターミナル空域の評価手法に関する研究

- H20~H23年度(4カ年)
- 評価ツールの製作
 - ✓ NAVデータに基づくトラジェクトリ(航跡)作成
 - ✓ 時間管理と滞留の関係評価
 - ✓ 3次元(3D)でのトラジェクトリ編集
- 短期(研究過程で)での貢献、活用
 - ✓ RDRデータ解析による羽田到着機の滞留時間計測と評価
 - ✓ 身近なツール、手法による空域とトラジェクトリの3D描画

RDRデータ解析による羽田到着機の滞留時間計測

- 「到着機の滞留を管理する」ということ
 - ✓ スループット維持のためのリーズナブルな滞留
 - ✓ 滞留を前提とする安定的、効率的運用



- **Minimum impact**に向けた評価と運用改善
- 海外の評価例: PRR2008

PRR2008 by EUROCONTROL

Average additional time within the last 100NM miles

(only top 20 airports in 2008 are shown)

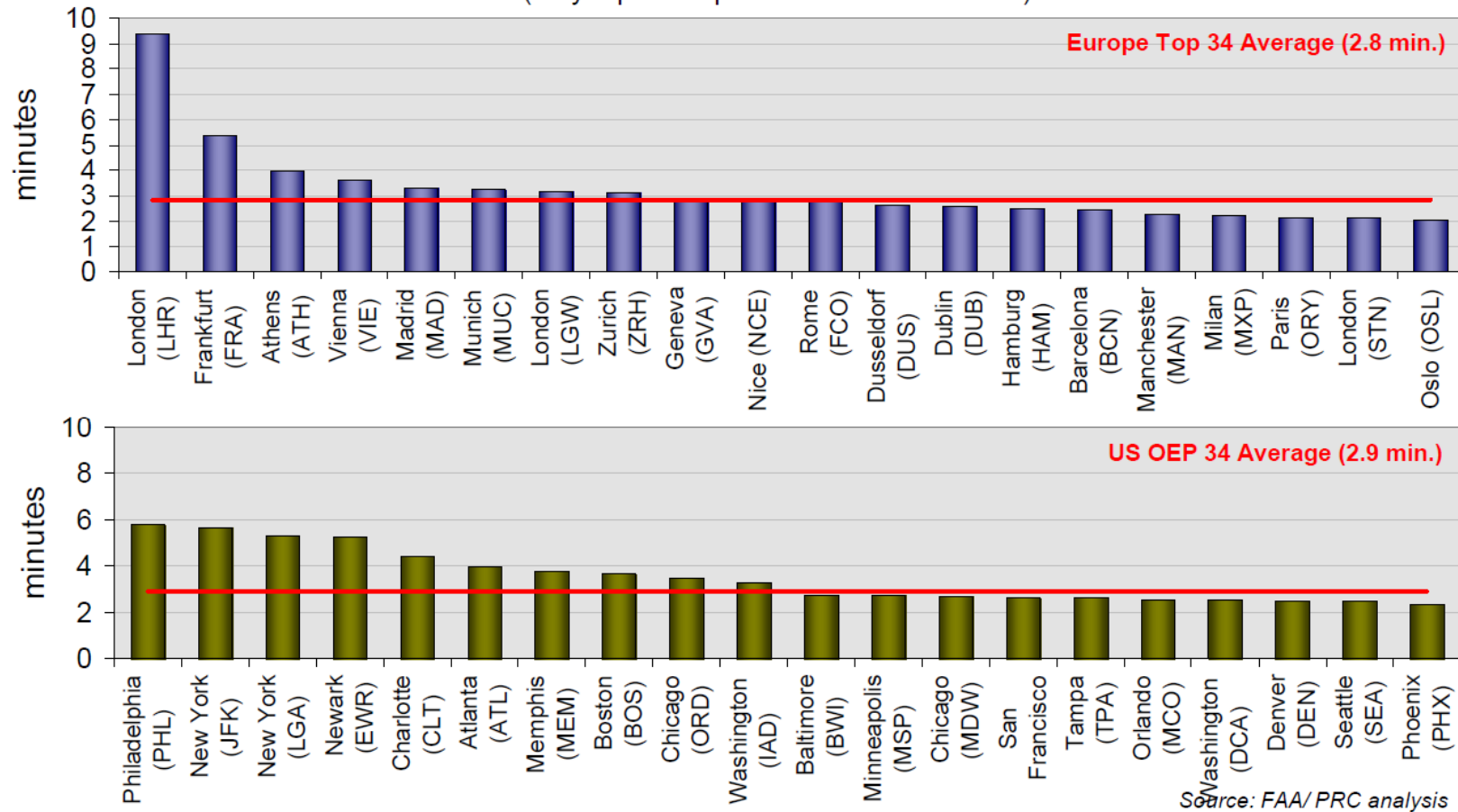


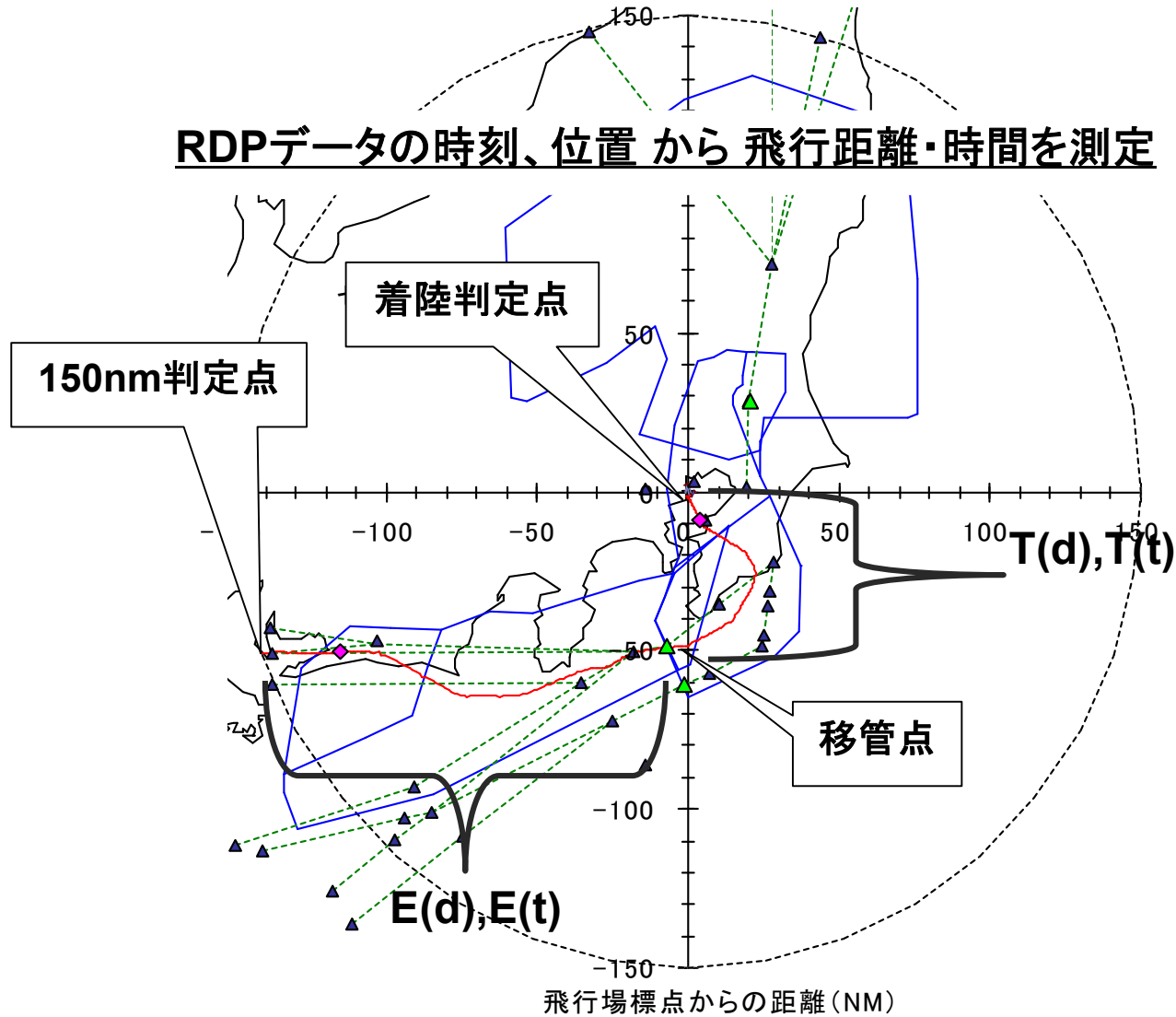
Figure 91: Average additional time within the last 100NM

実飛行距離、所要時間の測定

- 測定範囲： 羽田空港から150nm半径の航跡
エンルートとターミナルに区分
- 対象データ：15,400機レーダーデータ
2008年2/4/6/8/12月のサンプル
算出は空中待機、着陸復行等を含む
- 範囲図を示す
- 結果を示す

実飛行距離、所要時間の測定

RDPデータの時刻、位置から飛行距離・時間を測定



実飛行距離、所要時間の測定

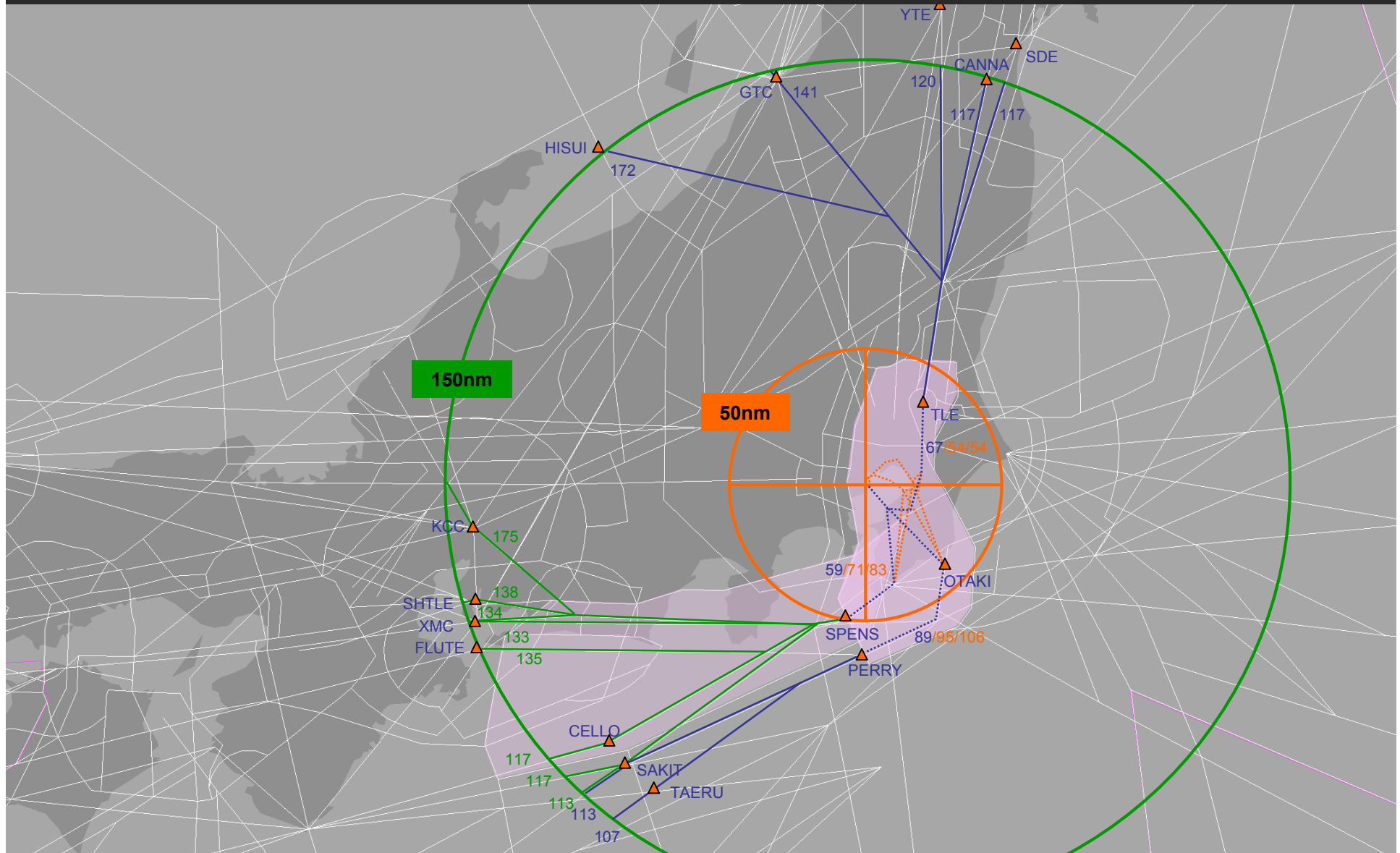
全データ	エンルート 距離 nm E(d)	エンルート 時間 h:m E(t)	ターミナル 距離 nm T(d)	ターミナル 時間 h:m T(t)
平均値	130	0:16	73	0:17
最大値	287	0:47	233	0:50
最小値	72	0:09	38	0:08
標準偏差	15	0:02	19	0:04
機数	15400	15400	15400	15400

移管点別	着陸滑走路							
			RWY34		RWY16		RWY22	
	E(d)	E(t)	T(d)	T(t)	T(d)	T(t)	T(d)	T(t)
SPENS								
平均値	136	0:16	68	0:16	90	0:20	101	0:23
最大値	245	0:35	191	0:40	196	0:47	187	0:49
最小値	72	0:09	42	0:10	44	0:08	67	0:15
標準偏差	13	0:02	17	0:03	19	0:04	18	0:04
機数	10320	10320	7845	7845	1762	1762	713	713
PERRY								
平均値	112	0:13	82	0:18	98	0:22	113	0:25
最大値	287	0:47	152	0:32	165	0:36	233	0:50
最小値	82	0:10	62	0:12	74	0:16	84	0:18
標準偏差	16	0:02	15	0:03	15	0:03	20	0:04
機数	1125	1125	791	791	233	233	101	101
TLE								
平均値	119	0:17	66	0:16	64	0:16	65	0:18
最大値	230	0:39	168	0:42	156	0:34	171	0:39
最小値	114	0:13	40	0:10	39	0:09	38	0:10
標準偏差	8	0:01	11	0:02	16	0:04	23	0:05
機数	3955	3955	2856	2856	789	789	310	310

比較対象の経路、飛行距離、所要時間

- 計画(想定)経路の標準距離：
 - ✓ エンルート： 管制移管点までの個別計画経路
 - ✓ ターミナル： 管制移管点～着陸滑走路組み合わせで一律の標準到着経路・計器進入方式
- 標準所要時間： 実際には航空機型式、巡航高度、高層風により一律でないが、標準距離と同一飛行距離を記録したデータの平均所要時間とした。
- 標準距離・所要時間を示す

比較対象の経路、飛行距離、所要時間



比較対象の経路、飛行距離、所要時間

エンルート標準値の設定					
移管点	経路パターン	AIC推奨の飛行計画経路	150nm-移管点経路距離 (nm)	一致データ平均所要時間	
TLE	N1	V22 TLE	117	0:17:13	
		Y10 TLE			
	N2	V32 GOC V22/Y10 TLE	120	0:17:39	
	N3	GTC R211GOC V22/Y10 TLE	141	0:20:38	
SPENS	N4	HISUI Y31 LAPIS R211 GOC Y10 TLE	172	0:21:58	
	W2	W1	RJNK /// KCCV59 LHE V17 WESTN	175	0:23:29
		G597 XAC V17/Y211 WESTN	133	0:15:53	
					Y71 XAC V17/Y211 WESTN
	V17 XAC V17 WESTN				
W3	Y291 SHTLE Y29 LHE V17 WESTN	138	0:17:46		
	Y29 LHE V17 WESTN				

ターミナル標準値の設定				
移管点	RWY	想定経路(航空路、標準到着経路、計器進入方式)	移管点-RWY経路距離 (nm)	一致データ平均所要時間
TLE	RWY34	KOITO N. RNAV ARRIVAL+ILS34L	67	0:17:07
	RWY16	JONAN N. RNAV ARRIVAL+VOR16L	54	0:14:25
	RWY22	KASAI N. RNAV ARRIVAL+ILS22	54	0:16:06
SPENS	RWY34	Y211+KOITO S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS34L	59	0:14:11
	RWY16	Y211+JONAN S. NR1 RNAV ARRIVAL+VOR16L	71	0:16:37
	RWY22	Y211+KASAI S. NR1 RNAV ARRIVAL+ILS22	83	0:18:54
	RWY24	V10+KOITO S. NR2 RNAV ARRIVAL+ILS24L	90	0:19:50

ターミナル空域の評価手法に関する研究
RDRデータ解析による羽田到着機の滞留時間計測

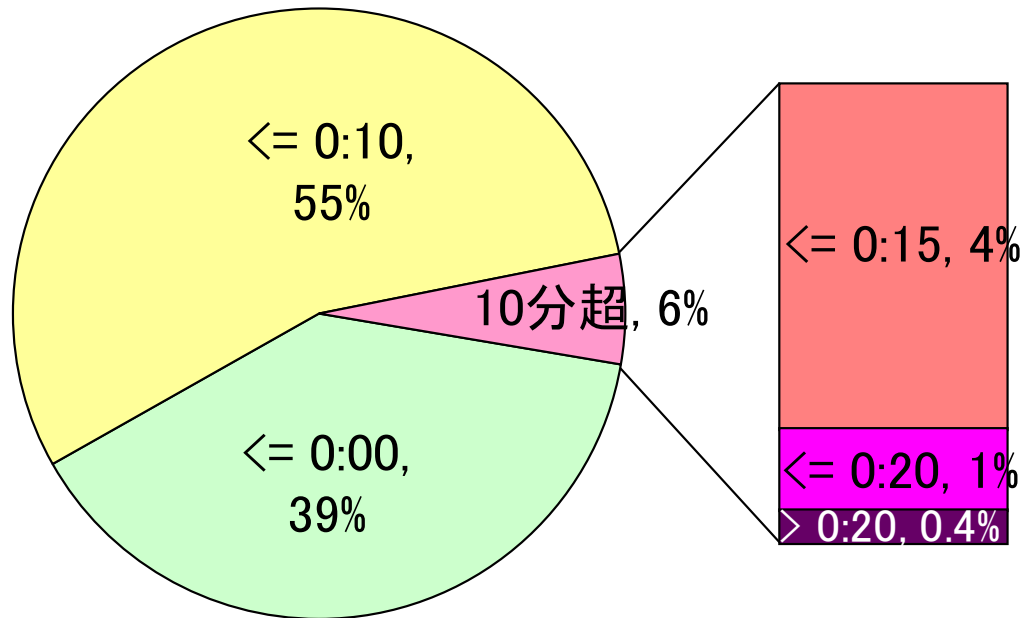
測定された滞留時間

	滞留時間のまとめ:五分類						三分類			RWY
	<= 0:00	<= 0:10	<= 0:15	<= 0:20	> 0:20	COUNT	<= 0:00	<= 0:10	> 0:10	
200802d1	119	232	45	2	0	398	30%	58%	12%	34
200802d2	176	249	5	1	0	431	41%	58%	1%	34
200802d3	136	259	38	2	0	435	31%	60%	9%	34
200802d4	180	233	19	1	0	433	42%	54%	5%	34
200802d5	188	242	3	1	1	435	43%	56%	1%	34
200804d1	118	287	26	3	0	434	27%	66%	7%	34
200804d2	125	165	19	0	0	309	40%	53%	6%	34/16
200804d3	114	270	38	11	0	433	26%	62%	11%	34/16
200810d1	123	281	28	2	0	434	28%	63%	7%	34
200810d2	77	199	60	39	10	385	20%	52%	28%	34/16/34/22
200810d3	207	223	4	0	1	435	48%	51%	1%	34
200810d4	237	181	9	3	2	432	55%	42%	3%	34/16/22/34
200810d5	113	240	55	20	6	434	26%	55%	19%	22/16/22/34
200810d6	214	225	0	0	0	439	49%	51%	0%	34
200810d7	111	283	32	6	0	432	26%	66%	9%	34/16/22/34/22/34
200812d1	103	291	21	7	3	425	24%	68%	7%	22/34
200812d2	187	226	13	6	2	434	43%	52%	5%	34/16/34
200812d3	257	172	7	0	1	437	59%	39%	2%	34
200812d4	91	281	40	11	4	427	21%	66%	13%	34/16/22/34
200812d5	142	209	18	12	17	398	36%	53%	12%	34
200812d6	203	220	11	0	1	435	47%	51%	3%	34/16/34
200812d7	145	283	13	0	0	441	33%	64%	3%	34

測定された滞留時間

羽田到着機(2008年)の滞留時間

平均値 : 2分(1'58")
標準偏差 : 5分(4'39")



<= 0:00	<= 0:10	> 0:10
37%	57%	6%
36%	59%	5%
41%	54%	5%
50%	48%	2%
36%	55%	9%
38%	56%	6%

	<= 0:00	<= 0:10	<= 0:15	<= 0:20	> 0:20	COUNT	<= 0:00	<= 0:10	> 0:10
2008	5992	8516	671	157	64	15400	38.9%	55.3%	5.8%

身近なツールによる空域構造の3D描画

- 空域運用の可視化（現状理解、設計調整）、教育、広報などで利用できるデジタルコンテンツ
- 多様な関係者が共有可能な手法
→ Google Earthを基盤に
 - ✓空域構成（進入管制区、セクター）
 - ✓トラジェクトリ（レーダー航跡、シミュレーション航跡）
- 3Dトラジェクトリ(既存、仮想)をどう描く？
→ MS2004及びアドオンソフトを利用（一例として）

デジタルコンテンツ例

- 東京進入管制区モデル
- レーダー航跡
- シミュレーション航跡とレーダー航跡の比較
- 羽田Dラン運用を想像してみる
 - * 公開情報を元に作成した仮想到着経路

まとめ

- 上昇降下が輻輳する空域の運用改善に資する評価手法研究の一環として、現在利用可能なふたつの手法を紹介した。
- 2008年データから羽田到着機の滞留時間を測定し、パフォーマンス指標としての可能性を考察した。
- Google Earthを利用した空域立体構造の可視化を試行し、比較的容易にデジタルコンテンツが作成できることを確認した。