

# 人が創る動的な安全

## ～Safety-IIという考え方～

東北大学大学院工学研究科

狩川 大輔

2

## 安全とは

### Safety-I (安全=状態)

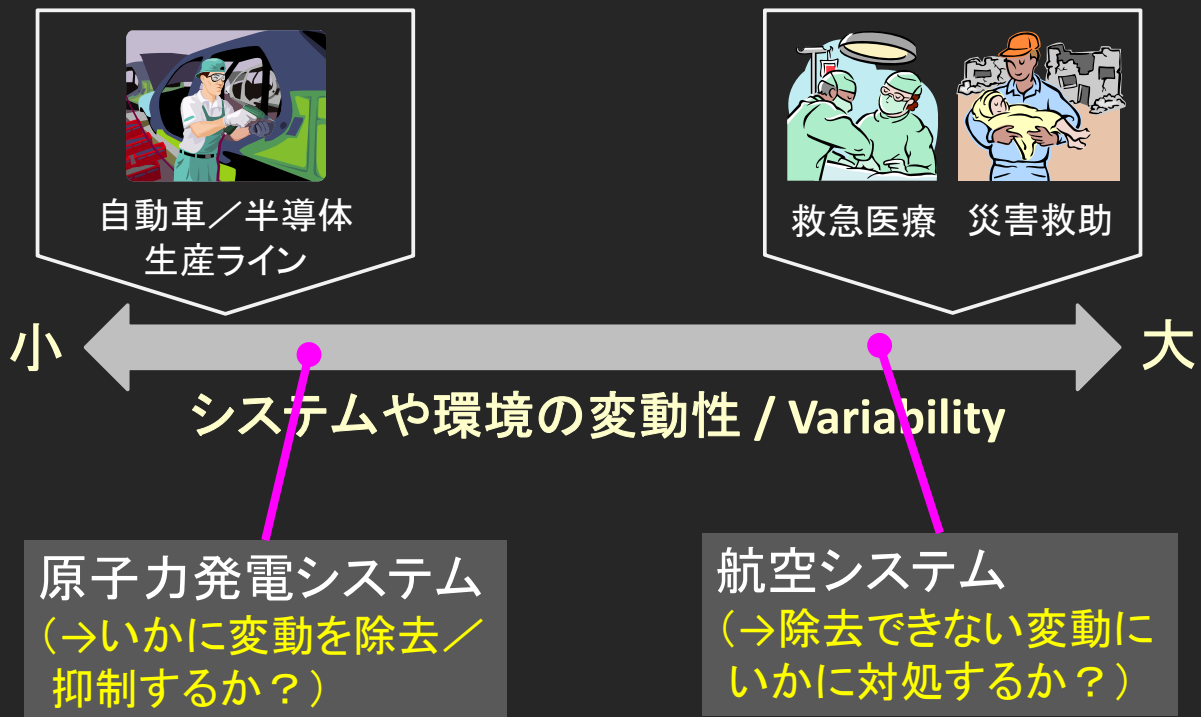
- 安全とは、事故やインシデントのような望ましくない結果がないこと
- 安全とは、受け入れられないリスクがないこと  
(Safety is freedom from unacceptable risk.)

ISO 14971, 2007



- ✓ リスクが低いと評価されることや、望ましくない結果が発生していないことをもって「安全」
- ✓ 失敗の原因を探索し、それを除去することが安全性向上策

# 対象システムの特徴



## 航空管制業務とは

- 航空機相互間及び走行地域における航空機と障害物との間の衝突予防、ならびに航空交通の秩序ある流れを維持し促進するための業務
- 航空路管制業務における管制処理の目標
  - ① 航空機相互間に管制間隔(5 Nautical Mile: NMまたは1000feet)を設定
  - ② 他セクター／他官署との取り決めによる $+\alpha$ の間隔設定
  - ③ 高度の処理(巡航高度や規定の高度への上昇／降下)

# 航空管制業務の特徴

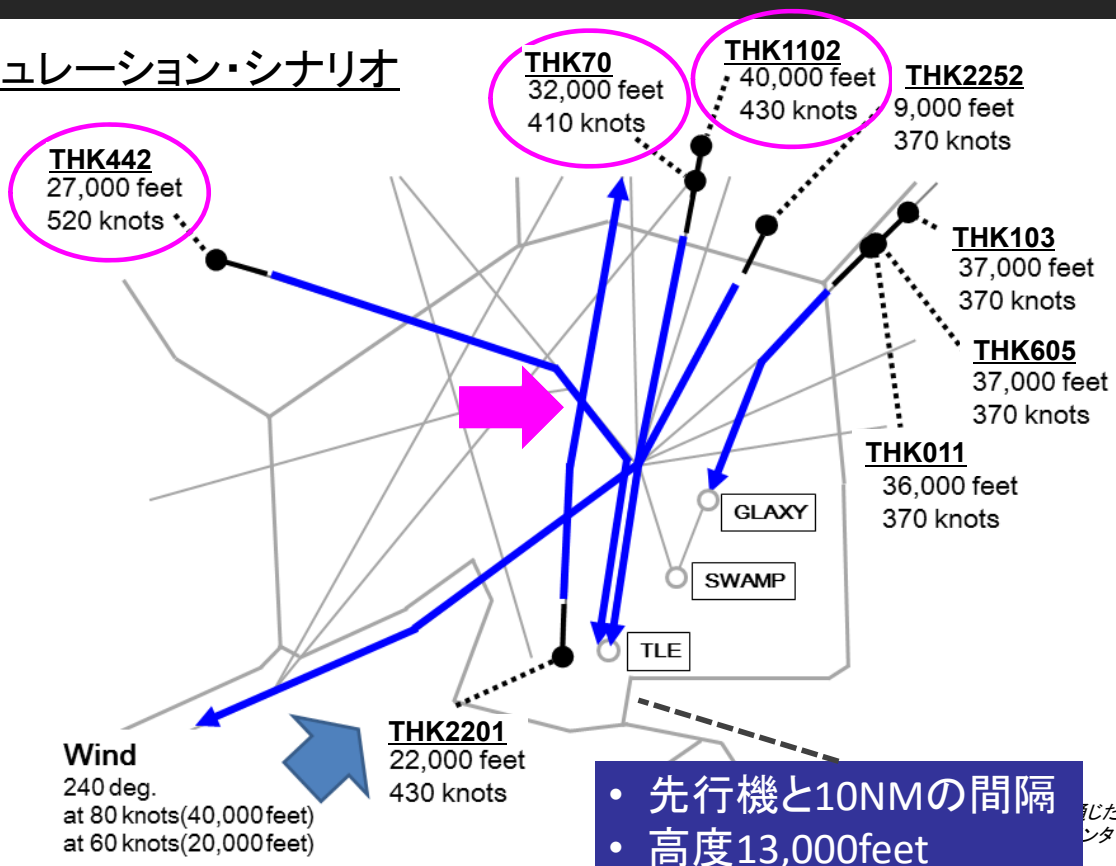
- ✓ 10機以上の航空機を同時に管制(マルチタスク)
- ✓ 多様な航空交通状況や気象条件(多様性・変化)
- ✓ 管制官の指示は、パイロットの操作によって実現される。拒否される場合もあり(不確実性)
- ✓ 「より多数の航空機を、より安全に、より経済的に」という社会的要求(目標間のトレードオフ)



- 「作業手順書」に類するものは存在せず
- 重点的なモニタリングを必要とするリスクの高い航空交通状況を作らない
- 「Plan-B」の重要性

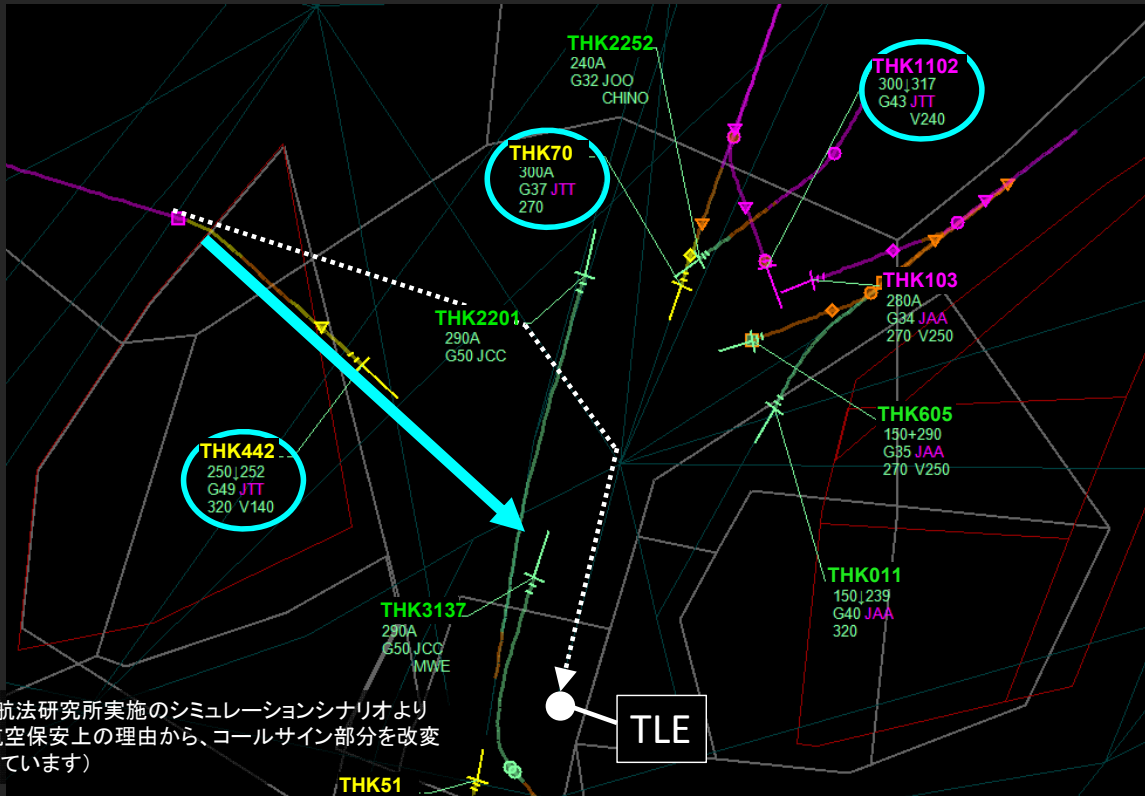
# 管制処理の例

## シミュレーション・シナリオ



# 管制処理戦術の比較(戦術A)

7

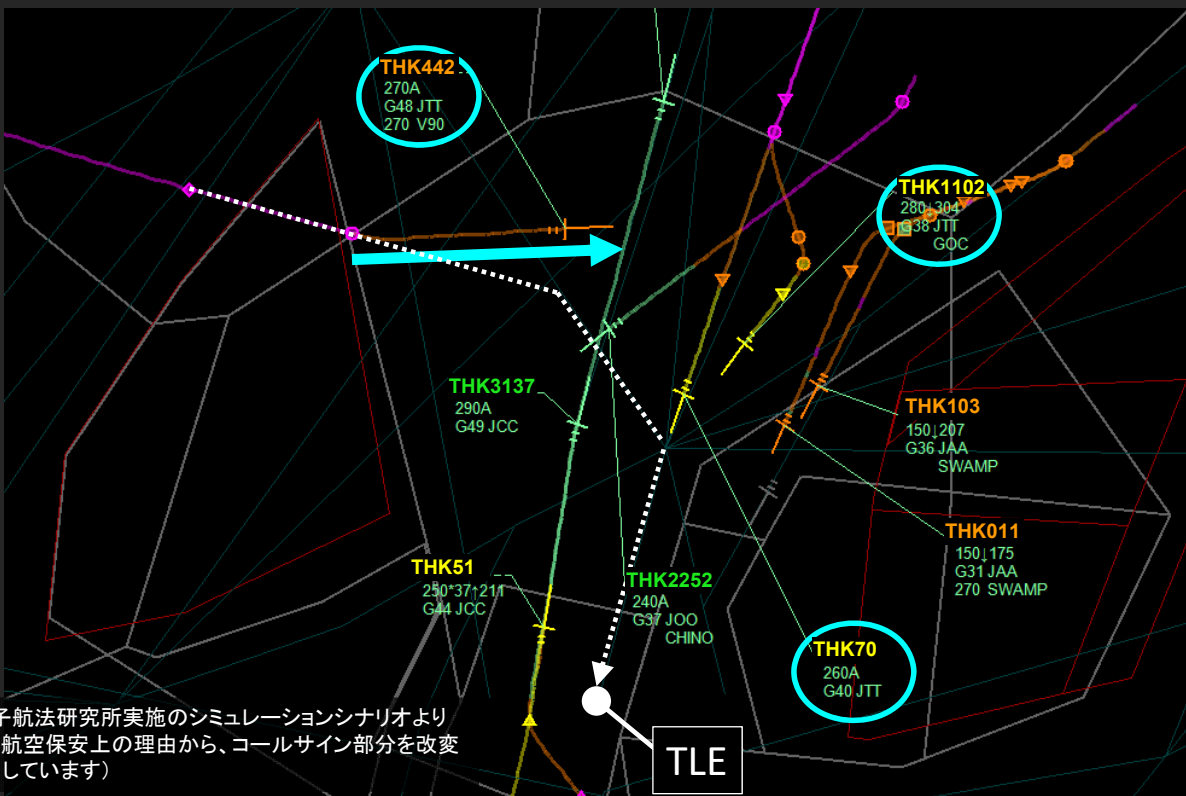


電子航法研究所実施のシミュレーションシナリオより  
(※航空保安上の理由から、コールサイン部分を改変  
しています)

Arrival Sequence: 1) THK442, 2) THK70, 3) THK1102

# 管制処理戦術の比較(戦術B)

8

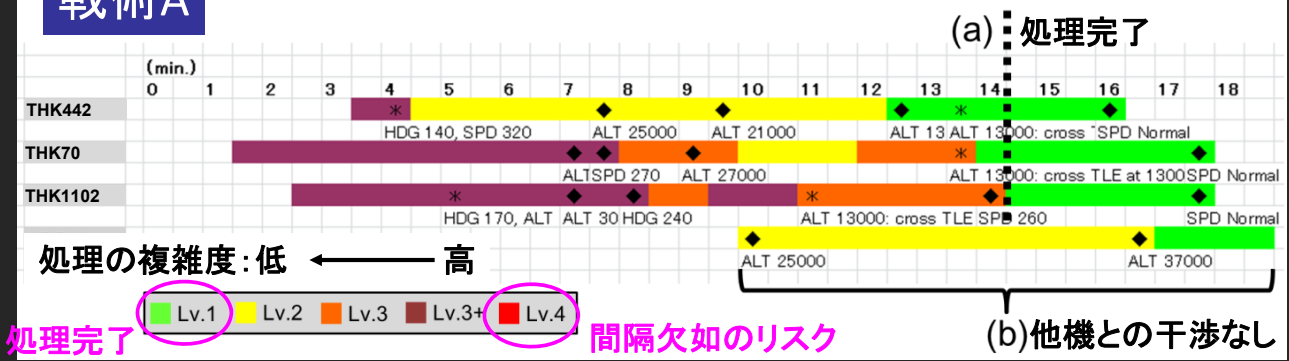


電子航法研究所実施のシミュレーションシナリオより  
(※航空保安上の理由から、コールサイン部分を改変  
しています)

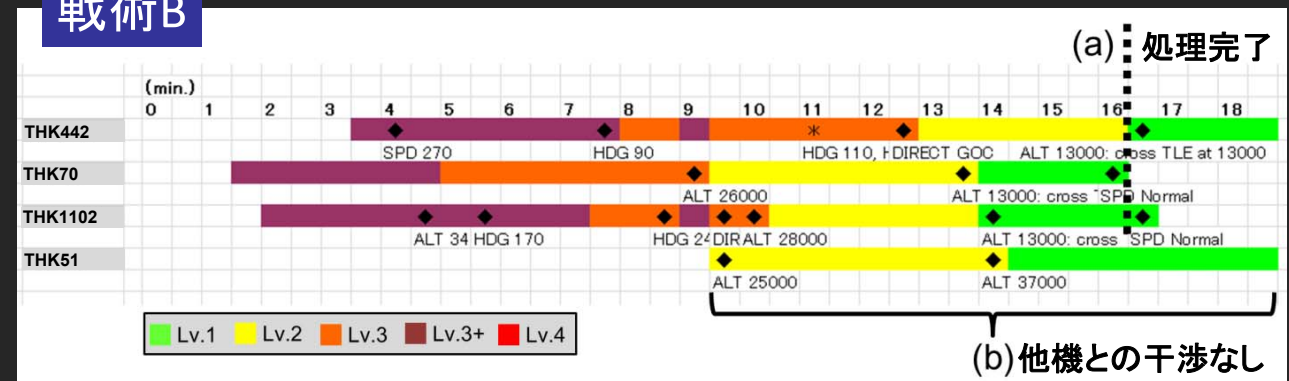
Arrival Sequence: 1) THK70, 2) THK1102, 3) THK442

# 管制処理プロセスの可視化

## 戦術A



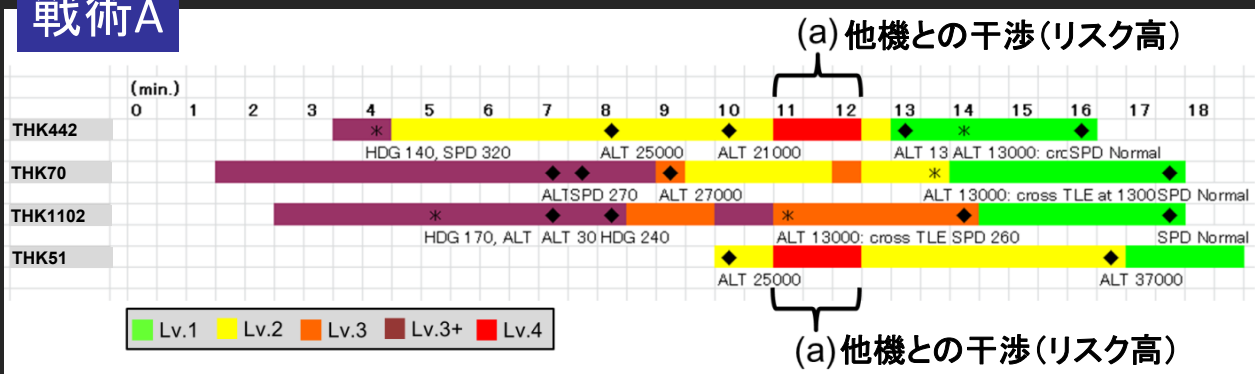
## 戦術B



# 管制処理プロセスの可視化

➤ 風速設定を変更 (60knots at 20,000feet → 30knots at 20,000feet)

## 戦術A



## 戦術B



# 航空管制における安全

## Safety-I(「静的な状態」としての安全)

- ✓ 安全とは、事故やインシデントのような望ましくない結果がないこと
- ✓ 安全とは、受け入れられないリスクがないこと



## 航空管制における安全

- 状況は常に変化し、リスクが新たに生じる可能性がある。その中で安全を維持する必要性
- 状況に応じて複数の戦術を使い分けられる管制官の能力が中心的役割

➔ Safety-II(「変化」の中での動的な安全)

**安全とは変化する条件下で成功する能力**

# まとめ

- 航空管制を例にとり、近年提唱されている新たな安全の考え方である「Safety-II」について紹介
  - ✓ 変化する条件下における安全
  - ✓ 安全とは、平穩無事な状態それ自体ではなく、外乱に対処できる能力が備わっていること(→**人間の役割の重要性**)
  - ✓ その能力として、**レジリエンス4能力(監視、対処、予見、学習)\***が定義され、評価・向上の方法論に関する研究が進行中
- 他産業分野におけるSafety-IIの活用
  - ✓ ほとんどの産業分野において、程度の差こそあれ、条件変化の下で業務が行われているのが実態
    - 「マニュアルの精緻化と遵守」だけでは不十分、外乱に対処できる能力が必要
  - ✓ 高い安全記録の継続
    - 実力が伴った結果なのか？を考える必要性

## 参考文献

1. Hollnagel, E: Safety-I and Safety-II -The Past and Future of Safety Management, CRC Press, 2014, (邦訳)北村正晴・小松原明哲(監訳): Safety-I & Safety-II - 安全マネジメントの過去と未来, 海文堂, 2015.
2. Hollnagel E, Pariès J, Woods DD (ed): Resilience Engineering in Practice: A Guidebook. Ashgate Publishing, 2010, (邦訳)北村正晴・小松原明哲(監訳): 実践レジリエンスエンジニアリング - 社会・技術システムおよび重安全システムへの実装の手引き-, 日科技連出版社, 2014.
3. Hollnagel E, Woods DD, Leveson N (ed): Resilience engineering: concepts and precepts. Ashgate Publishing, 2006, (邦訳)北村正晴監訳: レジリエンスエンジニアリング -概念と指針-, 日科技連出版社, 2012.