

ロボット介護機器の 階層的な安全分析と設計

産業技術総合研究所
知能システム研究部門
ディペンダブルシステム研究グループ長
○中坊嘉宏,

ロボット介護機器開発促進事業

事業の目的:

高齢者の自立支援，介護者の負担軽減に資するロボット介護機器の開発・導入を促進。次の2事業を実施。

1. 開発補助事業

介護現場のニーズを踏まえてロボット技術の利用が有望な分野を重点分野(右図に示す5種4分野の機器)として特定し、開発企業に対し補助を行う。

2. 基準策定・評価事業

機器の開発に必要なとなる安全性と効果のアセスメント手法・検証方法、倫理審査等の「実証プロトコル」を確立する。



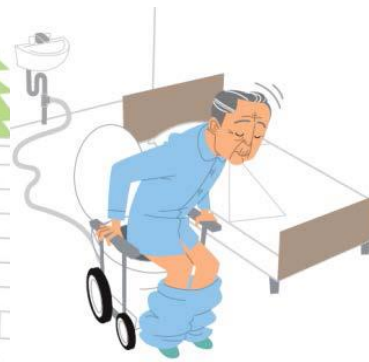
移乗介助機器(装着型)



移乗介助機器(非装着型)



移動支援機器



排泄支援機器



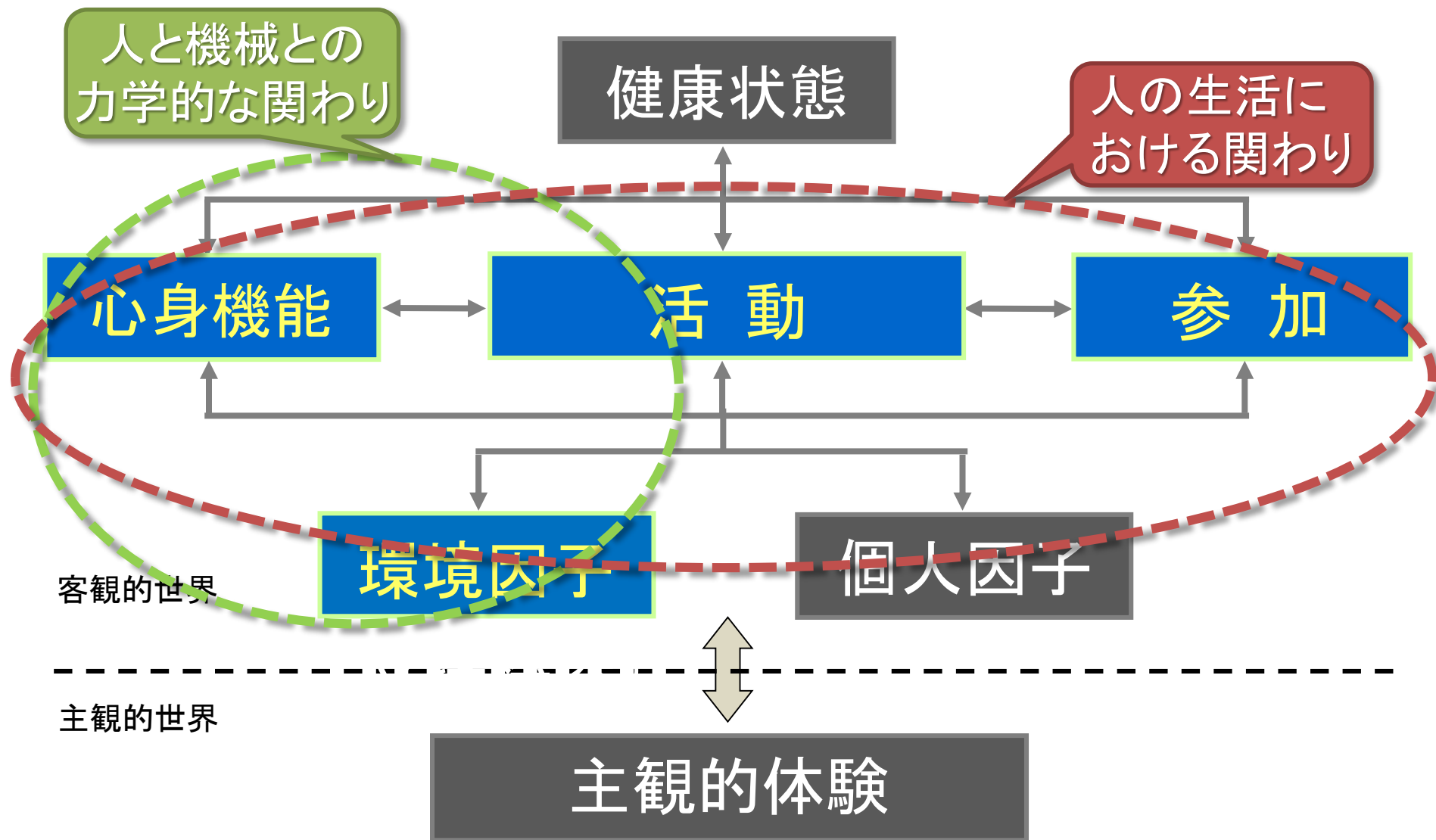
見守り支援機器

開発にあたって

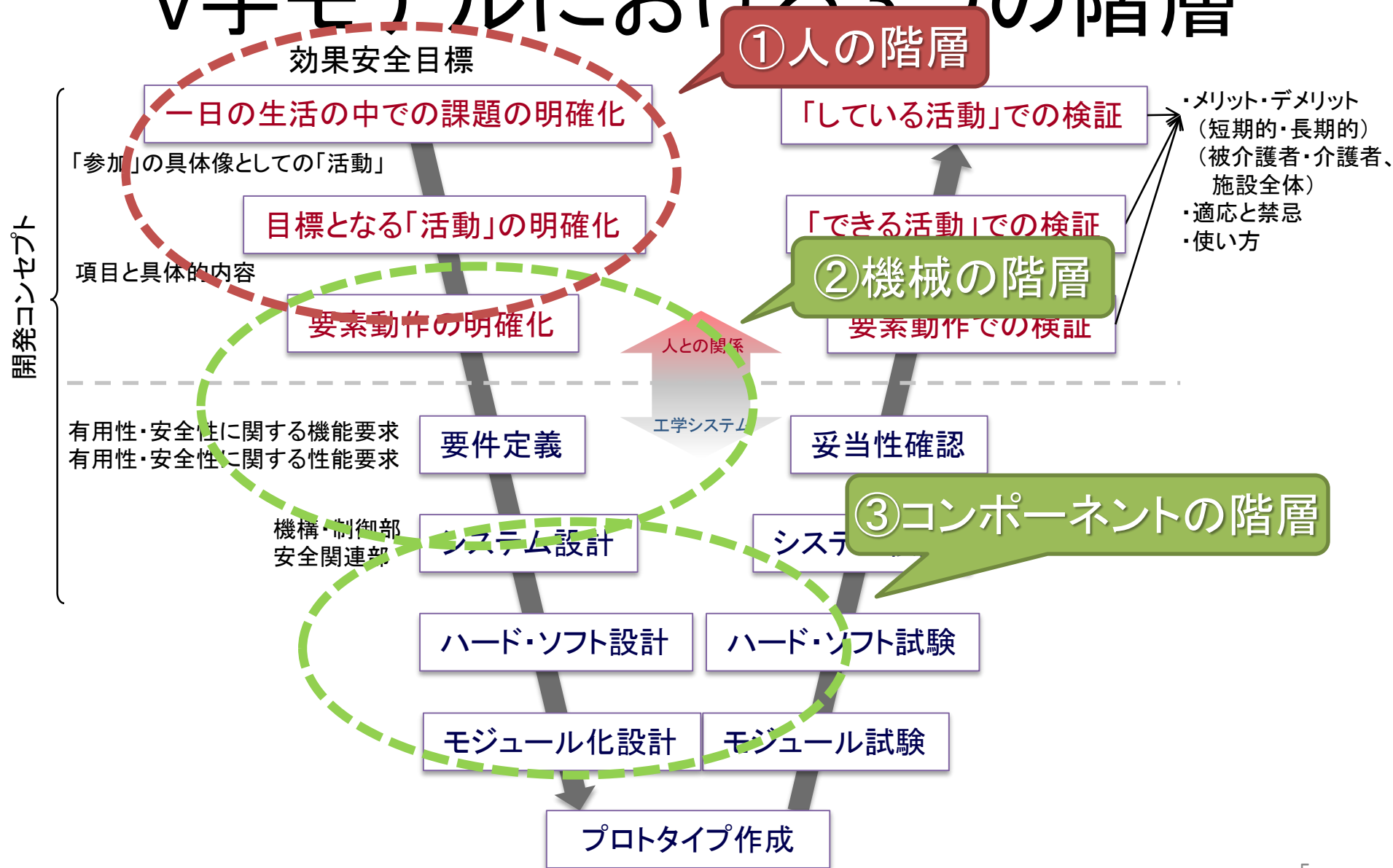
- 重視していること:「**開発コンセプト**」
 - ICFに基づく
 - **安全(リスクアセスメント)**
- **V字モデル**における位置づけ

課題：人が関わる介護において、ロボット機器の
リスクの想定と対策が難しい

ICF：生活機能モデル(2001年:WHO)



V字モデルにおける3つの階層



ISO 12100に示される危険源リスト

Table B.1 (continued)

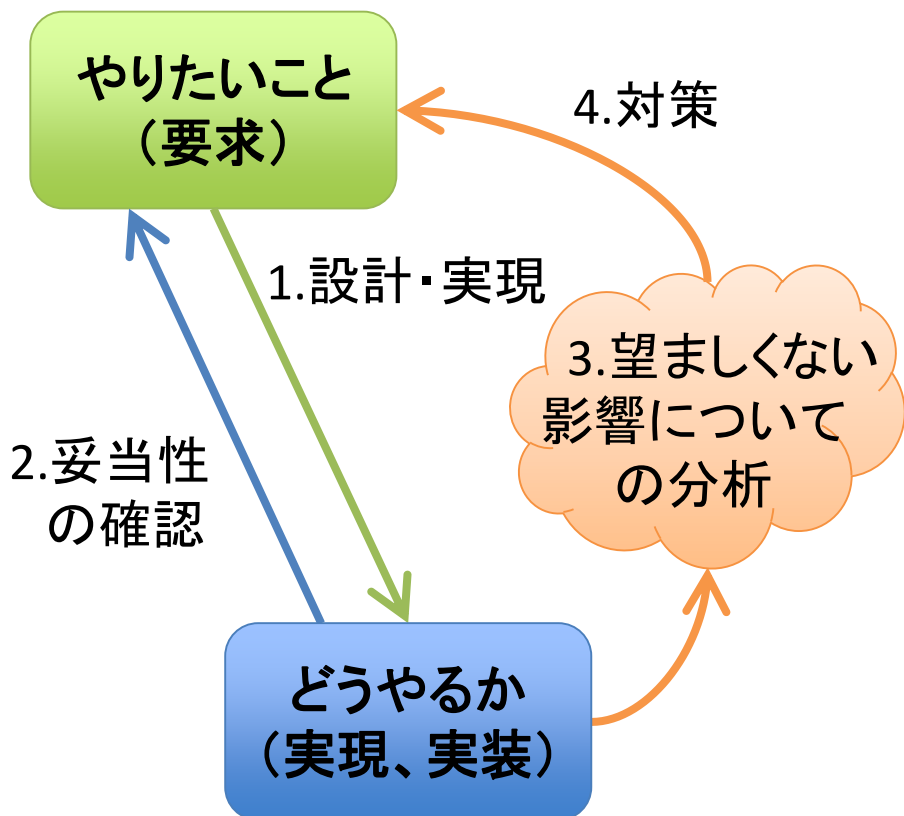
No	Type or group	Examples of hazards		Subclause of this International Standard
		Origin ^a	Potential consequences ^b	
8	Ergonomic hazards	— access; — design or location of indicators and visual displays units; — design, location or identification of control devices; — effort; — flicker, dazzling, shadow, stroboscopic effect;	— discomfort; — fatigue; — musculoskeletal disorder; — stress; — any other (for example, mechanical, electrical) as a consequence of a human error.	6.2.2.1 6.2.7 6.2.8 6.2.11.8 6.3.2.1 6.3.3.2.1

規格で示されるもの:

- 安全の概念、リスクアセスメントの方法
 - ← 機械安全では、訓練された労働者が前提
- (参考情報として) 危険源リスト
 - ← 人が関わる部分はヒューマンエラーで代表され、不十分

階層ごとのメタモデルの提案

- それぞれの階層で同様の構造



①人の階層では、

「人が機械をどう使うか」が中心

- 3: ヒューマンエラー (分析手法がない)
- 4: 運用上の注意 (安全防护外とされる)

②機器の階層では、

「人と機械との関係」が中心

- 3: リスクアセスメント
- 4: 安全防护

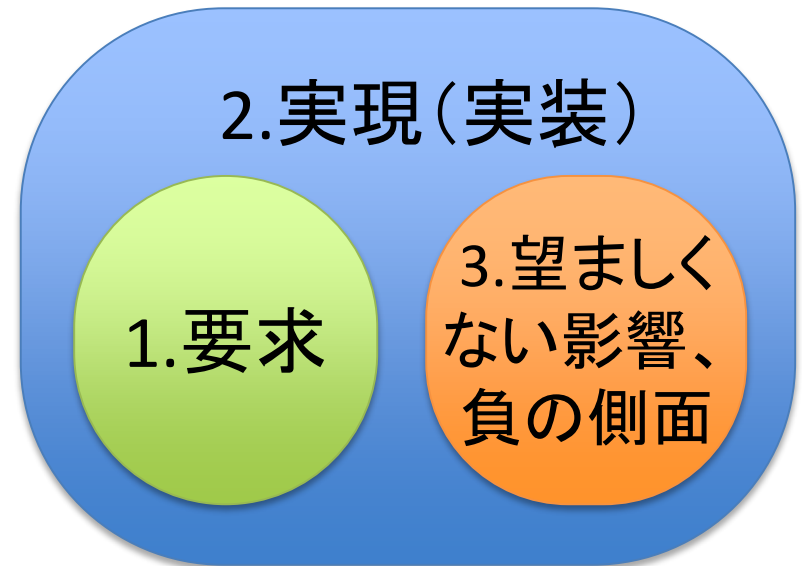
③コンポーネント階層では、

「機械の内部」が中心

- 3: 故障分析 (FMEA, FTA, FMEDA)
- 4: 自己診断や冗長系などの機能安全

要求と実現の関係（ベン図）

- 要求を実現すると、常に望ましくない影響も生む。
- 「望ましくない影響」の例：
 - ② 機器：「リスク」、
 - ③ コンポーネント：「故障 (Failure)」、
 - ① 人の階層：「ヒューマンエラー」や「廃用」



①人の階層のリスクの具体例

- 見守り機器からの通報があったが、手が離せなくてすぐに駆けつけられなかった。
- 移乗機器を使った後、すぐに別の作業が必要になり、かたづけを後回しにして放置した。
- 認知症の被介護者が、見慣れない機器に興味を示していじる。
- 現場の発案で、メーカーが想定していない対象者(適応)、環境で使用している。

仕様通りの機器→人が関わるマイナスの影響

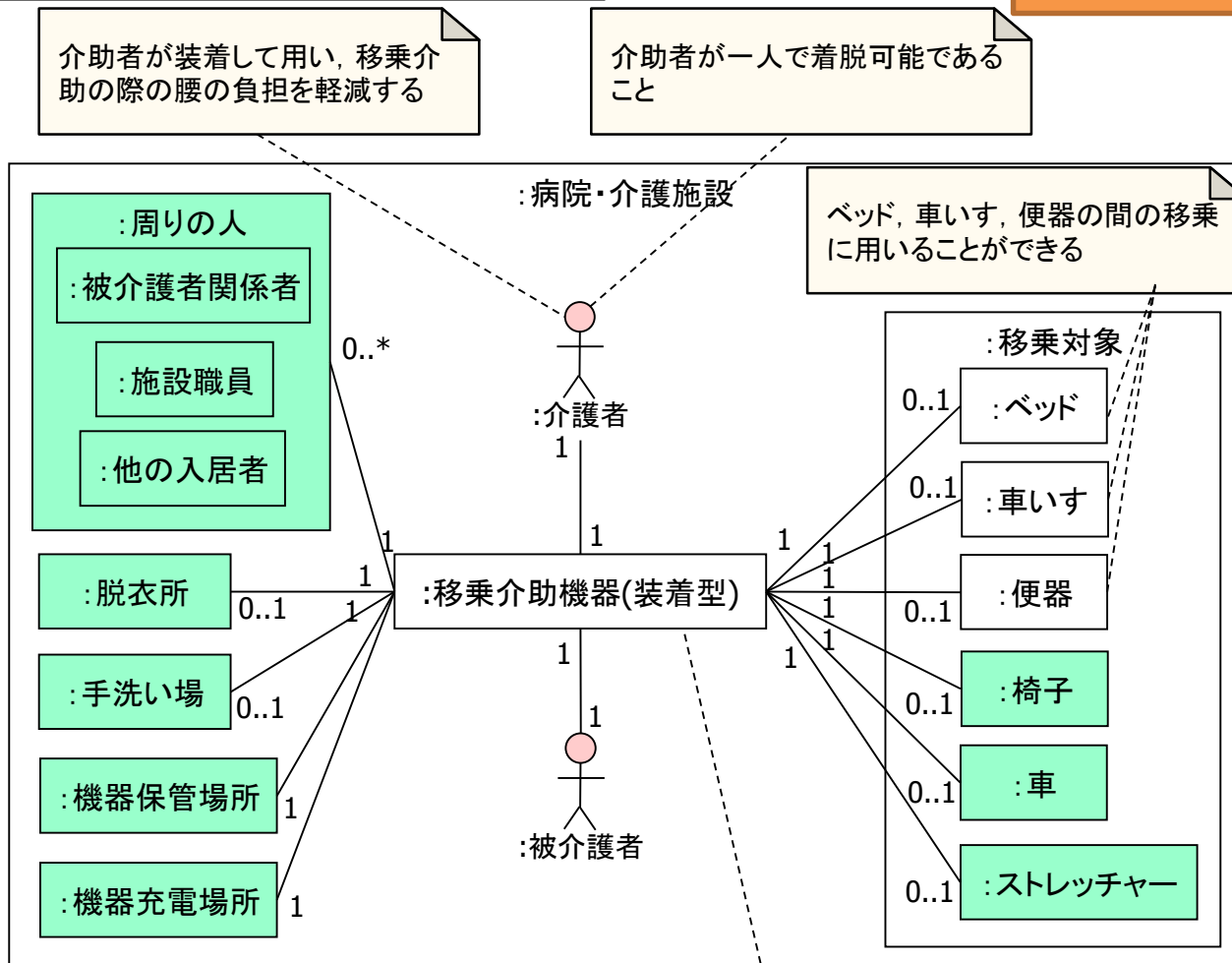
①人の階層のリスク分析の観点

- 人中心（介護者/被介護者）のリスクアセスメント
- {正しい/誤った}、
{介護動作/介護機器の選定/生活習慣？}
- 複数の人と、機器が関わる場合の安全
- 人の意図や意志、理解や認識が関わる場合
- 教育・訓練、資格の有無による違い

SysMLによる上流モデルの例

ibd [Package] SysML-N-1.移乗介助機器(装着型) [SysML-N-1-C]

ROBOMECH2014で発表済み



SysMLによる上流モデルの例

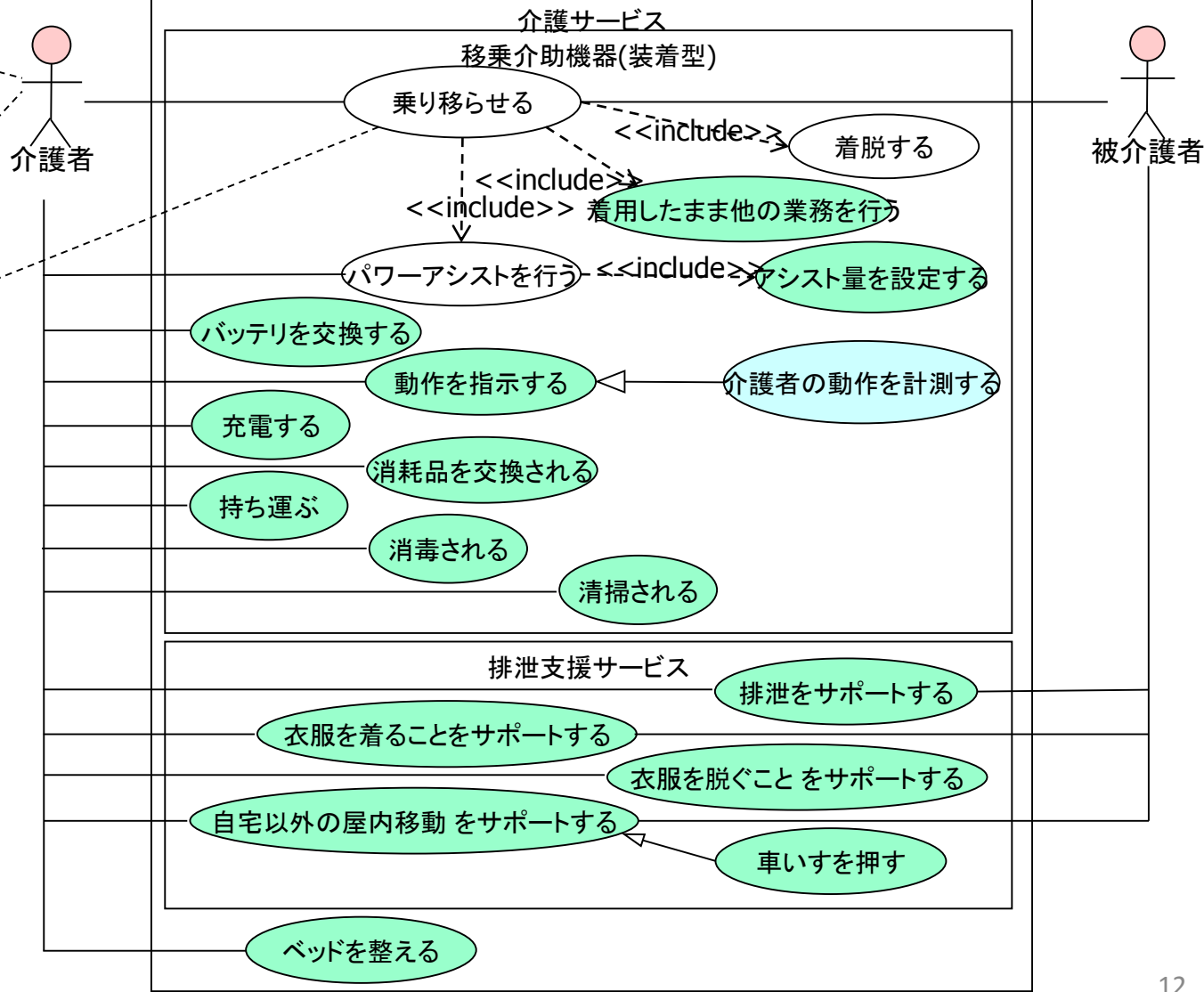
ROBOMECH2014で発表済み

uc [Package] SysML-N-1.移乗介助機器(装着型) [SysML-N-1-U]

介助者が装着して用い、移乗介助の際の腰の負担を軽減する

介助者が一人で着脱可能であること

ベッド、車いす、便器の間の移乗に用いることができる



まとめ

- ICF、V字モデルから、人が関わる部分のリスクを独立して考えることを提案。
- 人の階層、機器の階層、コンポーネントの階層の各3つの階層に共通する、仕様と実現、望ましくない影響のメタモデルを提案。
- 今後実際の機器を参考に、人の階層のリスクアセスメントの、具体的な方法を開発する。