市民講座 「情報学最前線」

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構
国立情報学研究所
National Institute of Informatics

AI製品の信頼性をどうやって評価する？

AIのすごさと製品としての難しさ

国立情報学研究所　石川　冬樹
f-ishikawa@nii.ac.jp / @fyufyu
http://research.nii.ac.jp/~f-ishikawa/

自己紹介：石川 冬樹

アーキテクチャ科学研究系　准教授

先端ソフトウェア工学・国際研究センター　副センター長

- 専門
  - ソフトウェア工学，特にディペンダビリティ：
    形式手法，自動テスト生成，安全性論証など
- 現在の主な研究プロジェクト
  - JST ERATO-MMSD：自動運転システムの安全性
  - JST MIRAI-eAI：機械学習システムのディペンダビリティ
- 産業界向け教育・実践研究
  - トップエスイー，日科技連SQiP，電通大AISECなど
  - 機械学習工学コミュニティ（MLSE研究会，QA4AI）

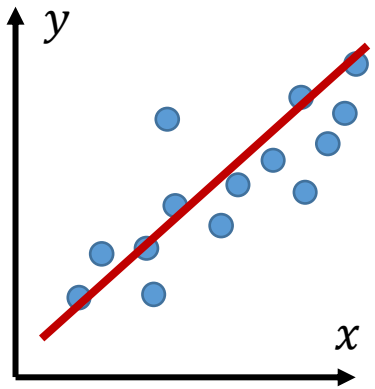
目次

- AIのすごさと難しさ
  - 機械学習技術によるAI
  - 象徴的な事例
- 製品としての「AI」
  - 従来ソフトウェアにおける「注文」と「品質」
  - AIソフトウェアにおける「注文」と「品質」
- まとめ・今後に向けて

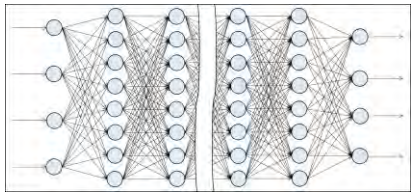
目次

機械学習： とても簡単に

- ある会社での年齢 x のときの給与 y を予測したい
  - $y = ax + b$ と表現できるとして，
    過去のデータと「一番合う」ように
    a, b を決めれば判定・予測プログラムが作れる！



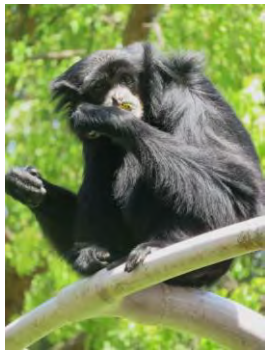
  - 実際は1次関数（パラメータ2つ）では表現が困難
    - ディープラーニング（深層学習）では，より多様な入力形式を扱え，
      何百万以上のパラメータで予測関数を表現する



現在話題になっているAI（人工知能）は主に，
判定や予測の機能をデータからつくる機械学習型

機械学習：別の例

テナガザル



35 24 210	20 121 24	122 81 20
211 54 42	12 222 90	88 79 116
24 36 98	98 181 31	66 31 198

13 83 33	13 45 94	75 74 111
111 8 73	192 1 221	237 31 1
74 35 122	93 76 244	73 211 45

0 245 210	20 12 114	84 99 100
11 86 99	121 88 91	18 0 77
46 87 121	70 76 122	122 14 94

画像 ＝
各点の色を表す
数値の集まり

パンダ

254 32 67	222 88 1	108 76 14
12 86 222	98 75 122	111 74 74
198 87 33	188 173 4	68 176 83

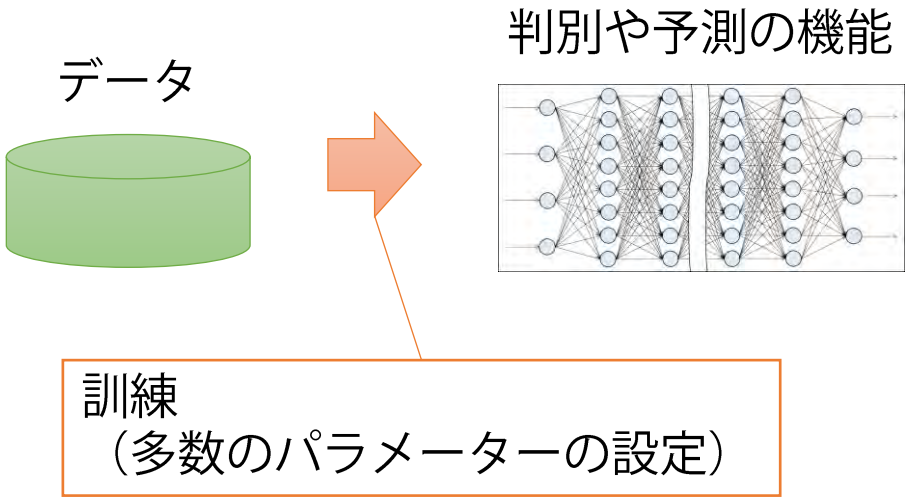
77 81 123	122 158 6	76 63 42
3 3 78	19 183 84	76 63 123
98 83 111	123 7 99	253 48 91

0 24 31	20 21 124	12 101 50
21 54 242	112 22 90	8 79 214
124 56 85	98 99 141	166 1 198

この線引きを訓練データから作る

機械学習：すごいこと

- 規則性を書き出すことが困難な機能であっても実現可能
  - 画像における物体の識別
    - 自動運転における歩行者や信号
    - 工場における不良品や機器劣化
    - 医療画像における腫瘍
  - 工場機器の制御
  - ローンや保険に関する判断
  - 音声や文書の分類，検索，翻訳
  - 画像や動画の色塗りや補完，生成



機械学習：大変なこと

- 判別や予測の性能の不確かさ
  - 原則として機能は不完全（100%正解することはない）
  - どの程度の性能が出るか作ってみるまでわからない
- 振る舞いの不確かさ
  - 新たな入力でどう振る舞うかは未知（かなり似たデータでも）
  - ある出力がなぜ起きたのかは説明できないことが多い
- データへの依存性
  - 大量かつ「適切な」訓練データが必要
  - 基本的にデータに対して相対的な評価しかできない

目次

- AIのすごさと難しさ
  - 機械学習技術によるAI
  - 象徴的な事例
- 製品としての「AI」
  - 従来ソフトウェアにおける「注文」と「品質」
  - AIソフトウェアにおける「注文」と「品質」
- まとめ・今後に向けて

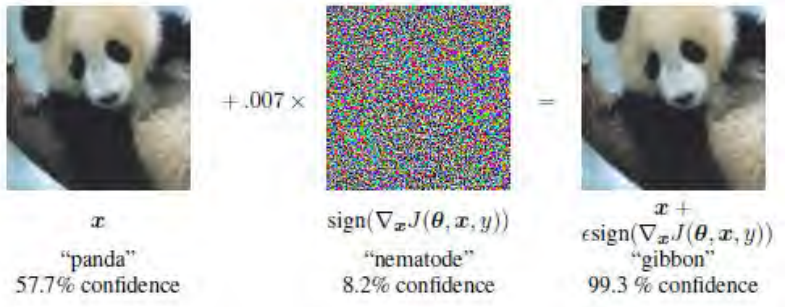
課題の例：技術的限界・性能や振る舞いの不確かさ

- Googleフォトの画像認識
  - 黒人の写真を「ゴリラ」とタグ付け
  - 2年経って本質的には直せず（ゴリラを禁止ワード扱いに）

[https://www.theguardian.com/technology/2015/jul/01/google-sorry-racist-auto-tag-photo-app]

[https://www.theguardian.com/technology/2018/jan/12/google-racism-ban-gorilla-black-people]

- 優れた画像識別器が少しのノイズで誤認識



「パンダ」が「テナガザル」に

物理的なテープ貼付による誤認識

[Goodfellow et al., Explaining and Harnessing Adversarial Examples, 2015]

[Ackerman, Slight Street Sign Modifications Can Completely Fool Machine Learning Algorithms, IEEE Spectrum'17]

課題の例：訓練データ・攻撃・継続的学習

- Twitter Botによる不適切発言
  - 差別や放送禁止用語を「教えた」ユーザがいた
  - 継続的に学習・更新し続けるものの監視や制御の問題
    （もしも攻撃がなかったとしても）
  - 人間・社会の要請に事前に・事後に
    どう応えるか


TECHNOLOGY

Microsoft Created a Twitter Bot to Learn From Users. It Quickly Became a Racist Jerk.

By DANIEL VICTOR MARCH 24, 2016

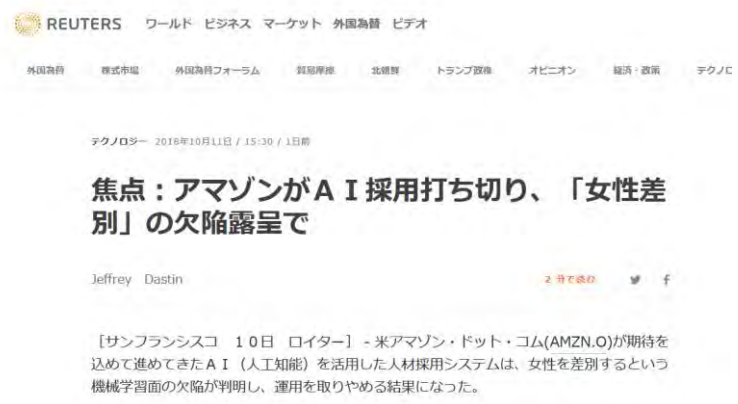
TECHNOLOGY | Microsoft Created a Twitter Bot to Learn From Users. It Quickly Became a Racist Jerk.

Tay's Twitter account. The bot was developed by Microsoft's technology and research and Bing teams.

[https://www.nytimes.com/2016/03/25/technology/microsoft-created-a-twitter-bot-to-learn-from-users-it-quickly-became-a-racist-jerk.html]
(access: 2021/09/27)

課題の例：バイアス・倫理的要求

- 社会的に望ましくない差別的なバイアス（偏り）の発生
  - 人間の（ときには無意識な）差別を学習
  - 少数例外に対しては学習しきらず予測性能が低くなりがち



女性に不利な雇用判断
→
過去の差別を学習？女性が少数データ？

[https://jp.reuters.com/article/amazon-jobs-ai-analysis-idJPKCN1ML0DN]
(access: 2021/09/27)

アフリカ系の名前で検索すると
逮捕歴データベースの広告
→
ユーザの潜在意識によるクリックを反映？

[L. Sweeney, Discrimination in Online Ad Delivery, ACM Queue'13]

目次

- AIのすごさと難しさ
  - 機械学習技術によるAI
  - 象徴的な事例
- 製品としての「AI」
  - 従来ソフトウェアにおける「注文」と「品質」
  - AIソフトウェアにおける「注文」と「品質」
- まとめ・今後に向けて

従来ソフトウェアにおける「注文」

頼む人

飲食チェーン店の事業部門

- 商品の合計金額を計算
- 10%の消費税を加算（端数切捨）
- …
- 日ごとの売上げ集計を翌週の月曜朝までに本社サーバに送付

要求仕様

作る人

同チェーン店のICT部門
or
ICTベンダー企業

食事客

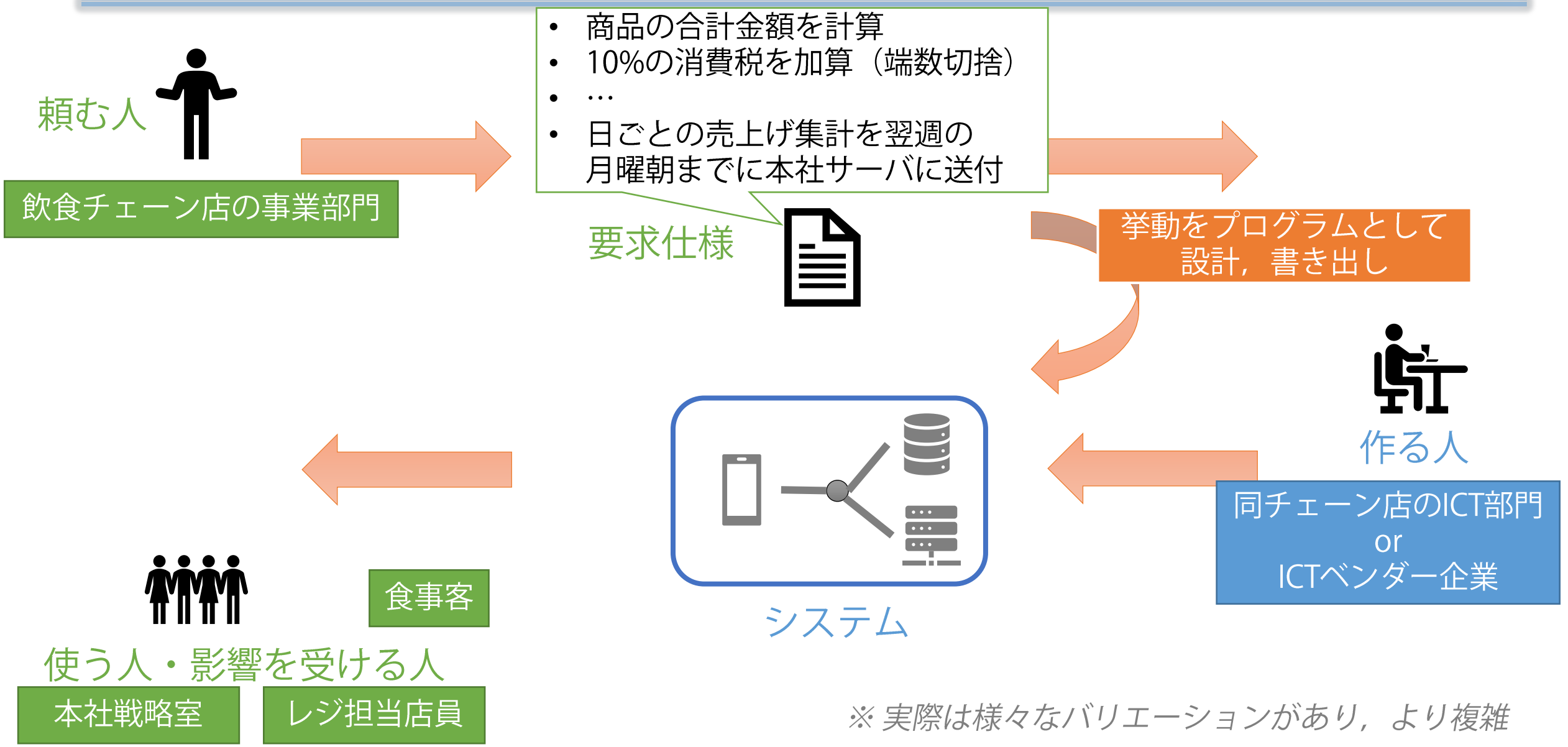
使う人・影響を受ける人

本社戦略室

レジ担当店員

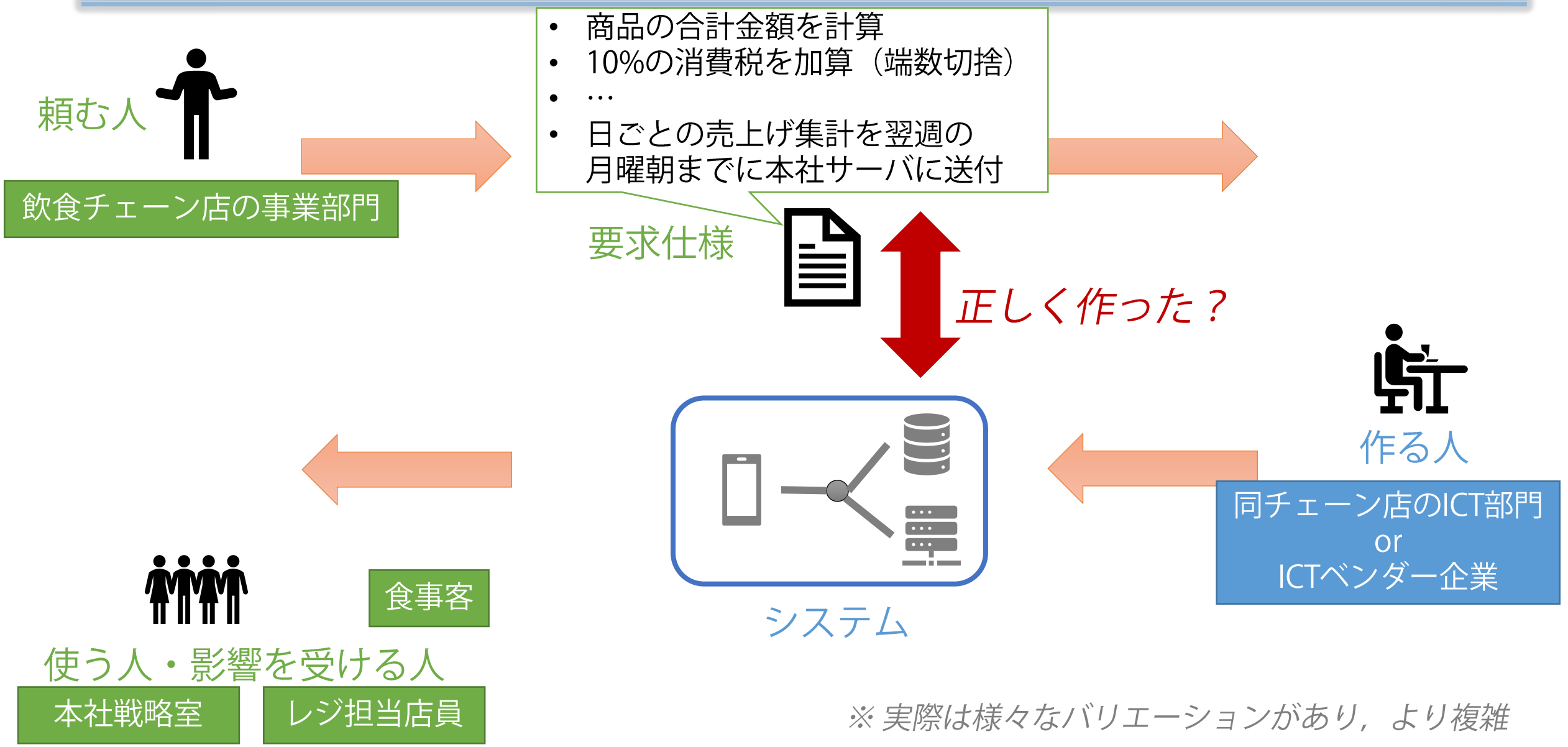
※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

従来ソフトウェアにおける「開発」



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

従来ソフトウェアにおける「品質」（１） 正しさ



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

従来ソフトウェアにおける「品質」（１） 正しさ

- 正しさ：要求仕様で定めた規則・ルールを満たす
  - 基本的に確実に満たされるべき
  - 規則性を踏まえたテストを実施して確認
    - 「コーヒー270円」の場合で正しく料金を計算できたなら
      「紅茶220円」の場合もきっと正しく動く

➡ 複雑なソフトウェアで不具合ゼロは困難であるものの，
様々な技術や工夫が積み重なってきた

従来ソフトウェアにおける「品質」（２） 価値・妥当性

頼む人

飲食チェーン店の事業部門

- 商品の合計金額を計算
- 10%の消費税を加算（端数切捨）
- …
- 日ごとの売上げ集計を翌週の月曜朝までに本社サーバに送付

要求仕様

特定店舗ではテイクアウト実施中（異なる税率）

売上げ集計の分析結果は翌週を待たず反映したい

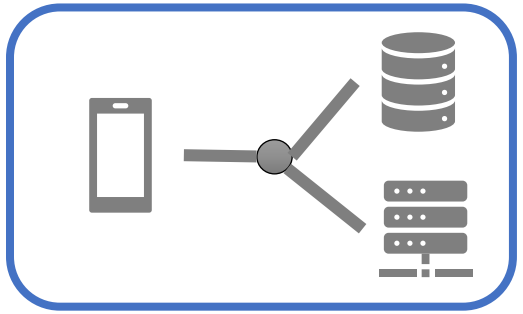
XXXPay使える？？

食事客

使う人・影響を受ける人

本社戦略室

レジ担当店員



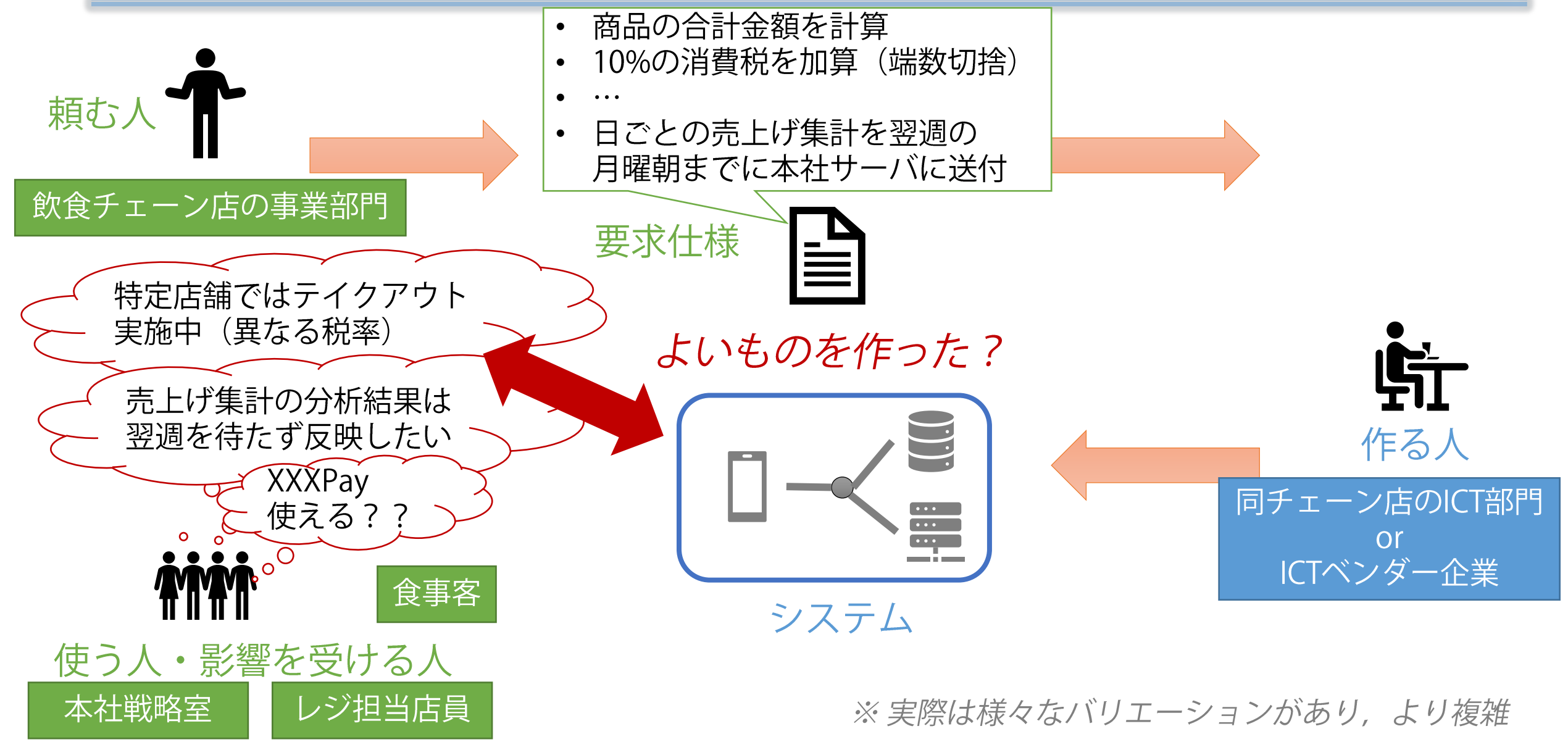
システム

作る人

同チェーン店のICT部門
or
ICTベンダー企業

※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

従来ソフトウェアにおける「品質」（２） 価値・妥当性



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

従来ソフトウェアにおける「品質」（２） 価値・妥当性

- 価値・妥当性：様々な利害関係者のニーズを満たす
  - 正解はない・終わりもない
  - 「自身が本当に必要としているもの」に予め気づき，漏れなく正確に言葉にすることは非常に難しい
  - 状況はどんどん変化する

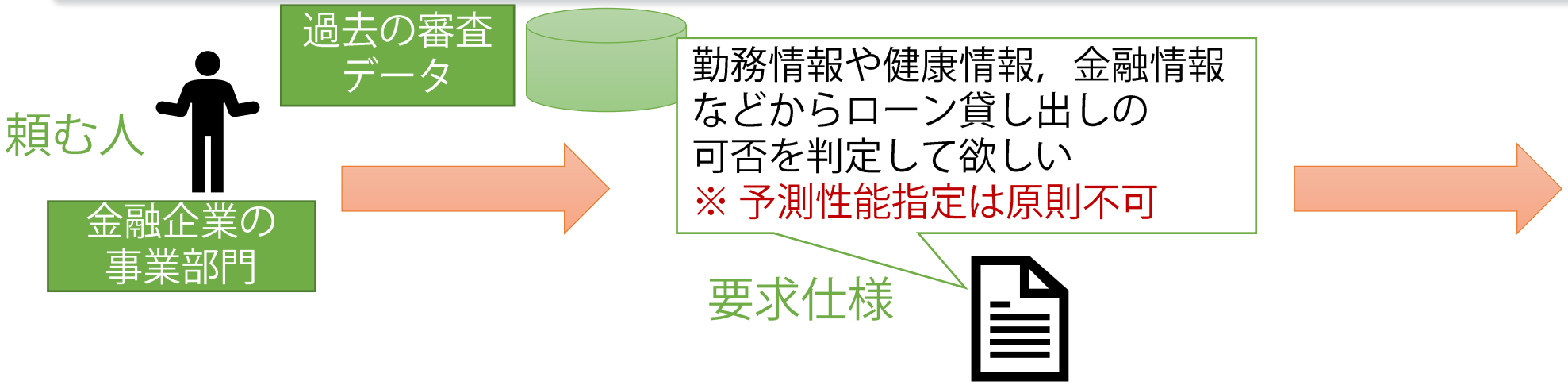
➡「価値を産む小さな機能」の開発・評価を少しずつ反復する進め方が活発に（2010年代以降，アジャイル開発）

- 対象ビジネスの専門家（頼む人・使う人）が携わることが重要

目次

- AIのすごさと難しさ
  - 機械学習技術によるAI
  - 象徴的な事例
- 製品としての「AI」
  - 従来ソフトウェアにおける「注文」と「品質」
  - AIソフトウェアにおける「注文」と「品質」
- まとめ・今後に向けて

AIソフトウェアにおける「注文」



作る人

同企業のICT部門
or
ICTベンダー企業

ローン希望者

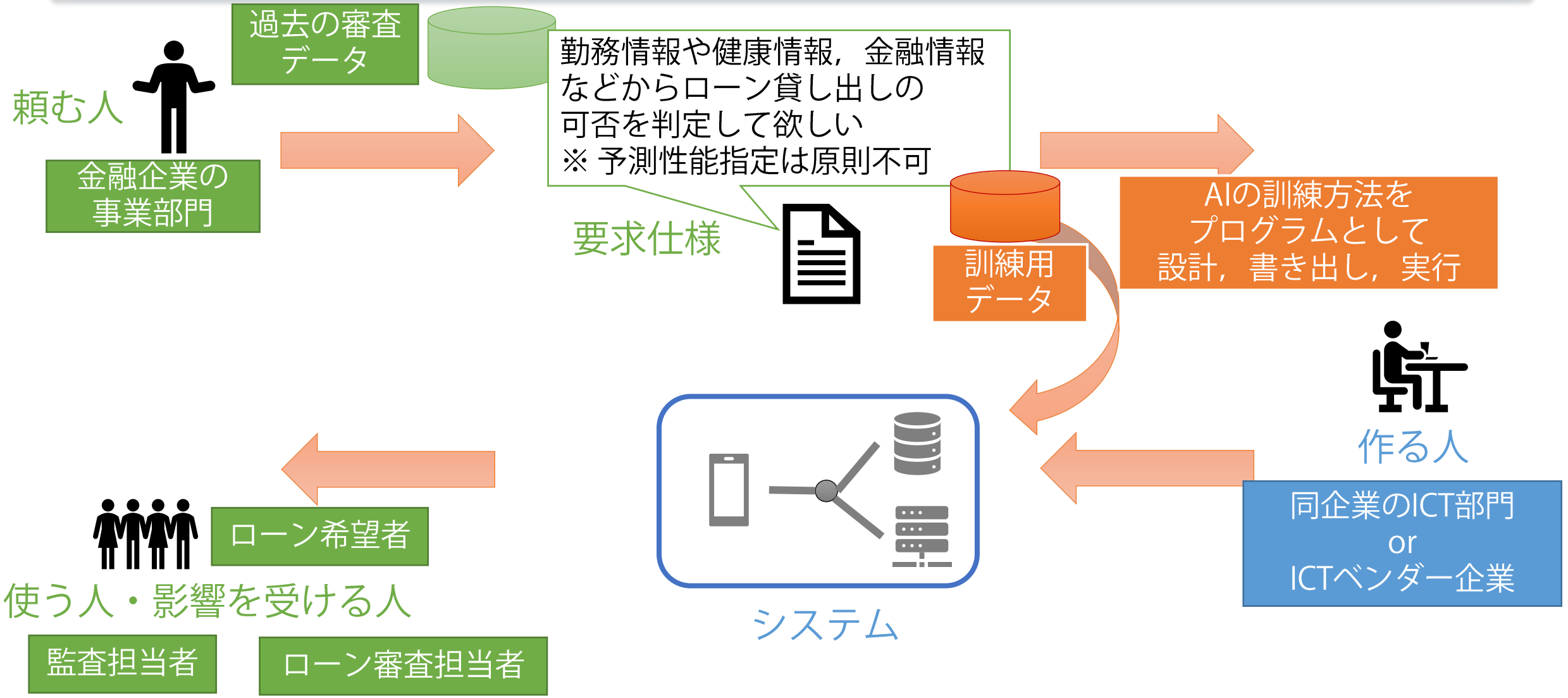
使う人・影響を受ける人

監査担当者

ローン審査担当者

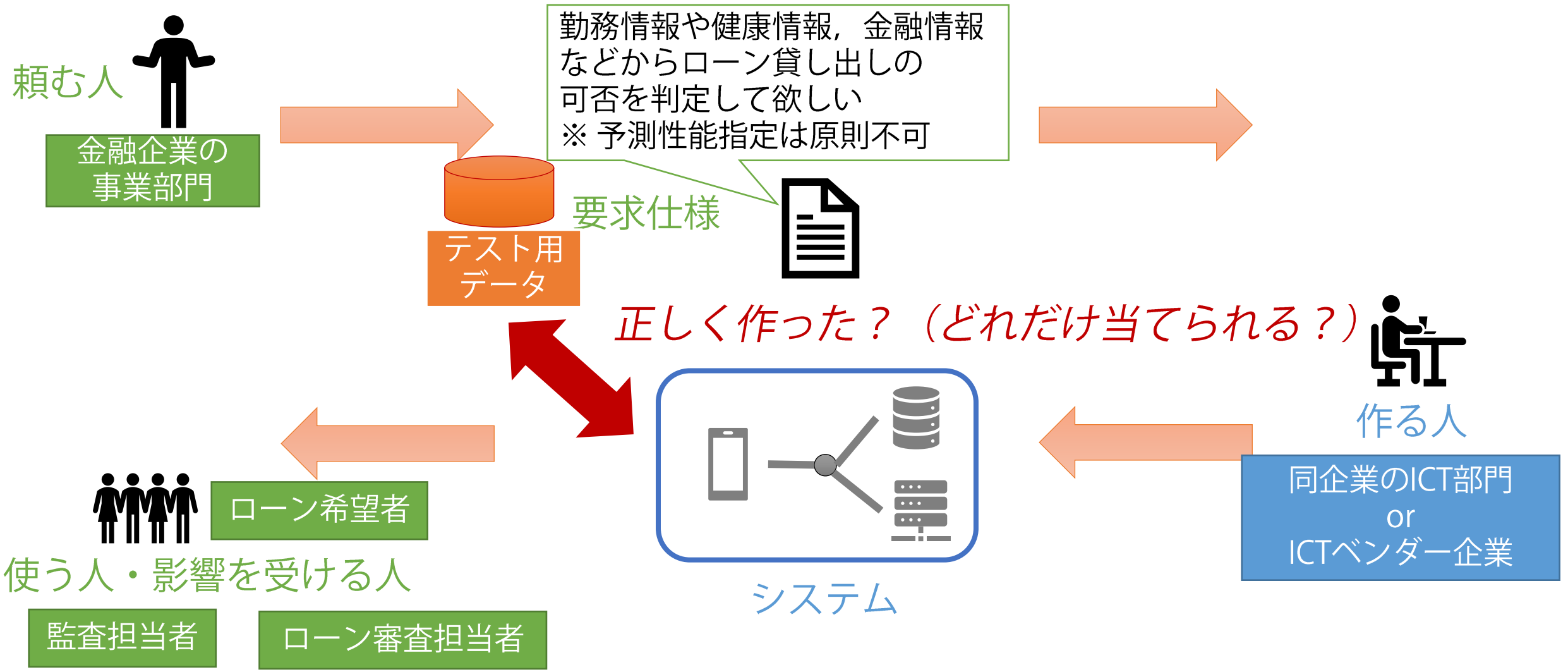
※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

AIソフトウェアにおける「開発」



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

AIソフトウェアにおける「品質」（1） 正しさ



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

AIソフトウェアにおける「品質」（1） 正しさ

- 正しさ：データに含まれる関係性を満たす
  - そもそも言葉で表現しきれないので機械学習を用いている！
  - 100%正解を出力することはできず，試してみるまで性能は不明
  - 用意したテストデータの個々に対して確認するしかない
    - 「○○件中□□件正解した」
    - 評価の意義はテストデータの品質に大きく依存
      （悪い例：傾向が異なる古いデータ，特定の状況が抜けたデータ）

➡ 不完全性・不確かさに対する試行・評価の反復が大前提に

補足：AIソフトウェアの評価のイメージ

- 二値分類での例：陽性か陰性か
  - 例：カメラ画像からの不良品検出
  - PCR検査など医療診断とも似た考え方

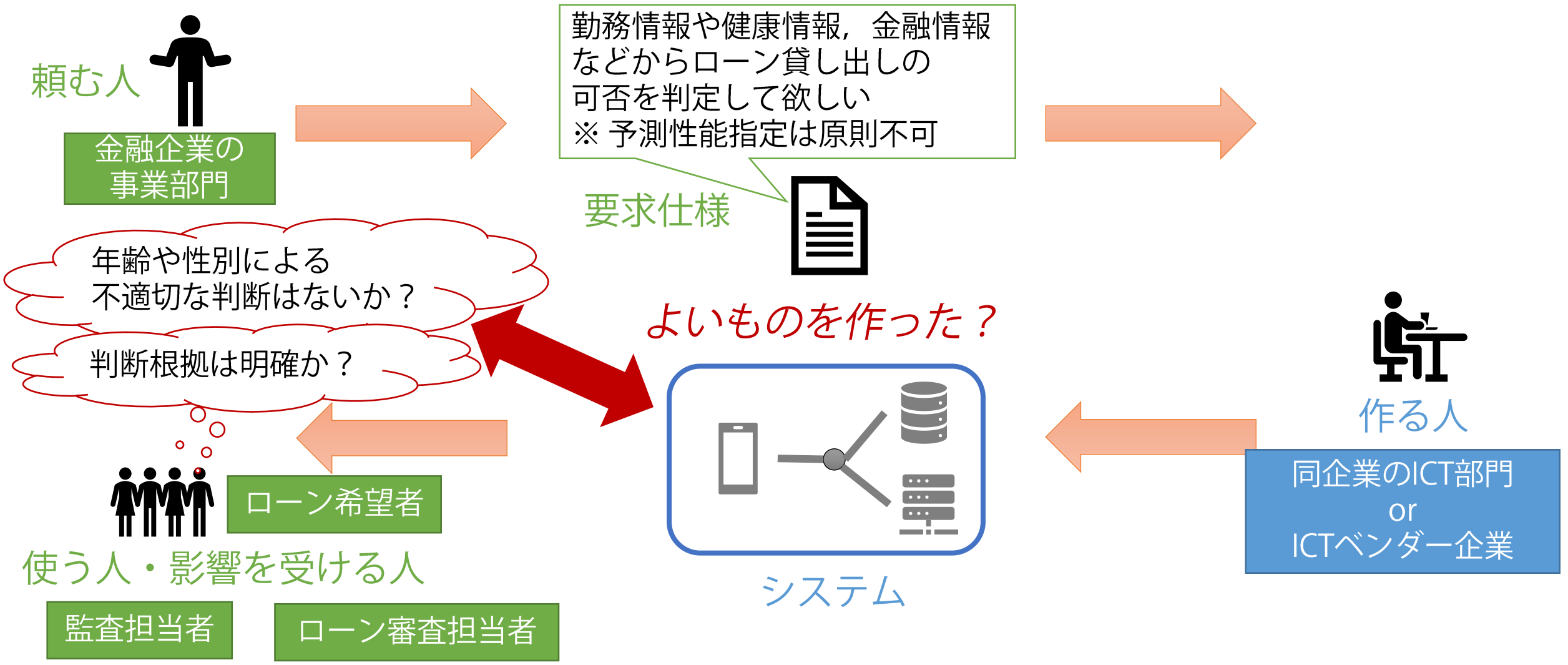
AI / 正解	AIの判断：陽性 計45	AIの判断：陰性 計455
陽性 計20	問題検出 （正解） 15	見落とし 5
陰性 計480	誤検出 30	問題検出なし （正解） 450

20件の不良品のうち5件検出せず
（見落とし率25%）

45件の陽性検出のうち30件は良品
（誤検出率66%）

全体500件の製品のうち
良品・不良品の正解は465件
（正解率93%）

AIソフトウェアにおける「品質」（2） 価値・妥当性



※ 実際は様々なバリエーションがあり，より複雑

AIソフトウェアにおける「品質」（2） 価値・妥当性

- 価値・妥当性：様々な利害関係者のニーズを満たす
  - AIの機能は意思決定に携わり，人間・社会への影響が大きくなる場合がある
  - 前述した従来の難しさがより大きく
    - 正解はない・終わりもない
    - 「自身が本当に必要としているもの」に予め気づき，漏れなく正確に言葉にすることは非常に難しい
    - 状況はどんどん変化する

➡人間・組織・社会への影響を今まで以上に考える必要がある

目次

- AIのすごさと難しさ
  - 機械学習技術によるAI
  - 象徴的な事例
- 製品としての「AI」
  - 従来ソフトウェアにおける「注文」と「品質」
  - AIソフトウェアにおける「注文」と「品質」
- まとめ・今後に向けて

関連する動向

- 国内
  - 「機械学習工学」という新たな研究分野の立ち上げ
  - 「AIの品質」に関する2つのガイドラインを
    世界に先駆けていち早く発行！
  - 契約に関するガイドラインなども次々と
- 世界でももちろん
  - 「説明可能なAI」という大きな研究開発の動向
  - EUは人権や倫理の観点から厳しい指針を打ち出し
  - 自動運転，医療診断などでは安全・信頼に関する盛んな議論

本講義の振り返り

- ソフトウェアシステムはますます組織や社会の根幹に
- AI（機械学習）技術により新たな動き
  - 「規則を書き出せない」機能をデータを基に実現可能

（これまでもそうであったが，これまで以上に）

組織や社会に踏み込んだ価値創造・課題解決へ

- 「作る人」 だけではなく「頼む人」「使う人」の協働がカギ
- 不確か・不完全であることを前提として，
  試行錯誤を通してよくしていく