

# スケジュール管理における拡張的アベイラビリティ概念 の提案とシステム化

## Augmented Availability for Schedule Making and Scheduling System

加藤寛士<sup>1</sup> 武田英明<sup>1,2</sup>

Hiroshi KATO<sup>1</sup>, Hideaki TAKEDA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 総合研究大学院大学 複合科学研究科 情報学専攻

<sup>1</sup> SOKENDAI School of Multidisciplinary Sciences, Department of Informatics

<sup>2</sup> 国立情報学研究所

<sup>2</sup> National Institute of Informatics

### 概要

人が作業において能力を発揮するためには、身体・精神が適切な状態である必要がある。しかし、一般的なスケジュール管理においては、アベイラビリティが時間的な対応可能性にのみ依拠して判断されている現状がある。そこで、時間的な対応可能性に加えて個人の身体・精神の状態を情動的に可視化することでスケジュール管理におけるアベイラビリティの概念を拡張し、活用するシステムを提案する。

### Abstract

When people do some task, physical and mental status effects his or her output quality and quantity. But typical task scheduling systems conclude availability by only chronological vacancy. Therefore, we extend the availability by physical and mental status. Moreover, we provide system design for the extension.

## 1. 背景

2018年の日本では、「働き方改革」は喫緊の課題の一つとされており、厚生労働省だけでも年間3000億円弱[1]の概算要求が行われ、各所で積極的な取り組みが行われている。

「働き方改革」の具体的な取り組み内容は、取り組みの主体となる組織によって異なるが、厚生労働省WEBサイトには、以下のような以下の指針を掲出している。[2]

- 我が国は、「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直面しています。こうした中、投資やイノベーションによる生産性向上とともに、就業機会の拡大や意欲・能力を存分に発揮できる環境を作ることが重要な課題に

なっています。

- 「働き方改革」は、この課題の解決のため、働く方の置かれた個々の事情に応じ、多様な働き方を選択できる社会を実現し、働く方一人ひとりがより良い将来の展望を持てるようにすることを目指しています。

これらの指針から、「働き方改革」には以下のような前提があることを読み取ることができる。

- 生産性は、働く方一人ひとりの意欲・能力の存分な発揮によって向上する
- 意欲・能力を存分に発揮するために、働く方一人ひとりが置かれた事情に応じた環境が求められる

そこでこれらの前提の達成のため、本稿ではスケ

スケジュール管理における拡張的アベイラビリティの概念の提案し、さらに拡張的アベイラビリティの概念を活用したスケジュール管理を行うシステムの設計を示す。

## 1.1. スケジュール管理とアベイラビリティ

以下、特定の仕事を「作業(タスク)」の集合と前提として議論を進める。この前提を置くとき、「研究会に参加して、情報収集を行う」という仕事は、以下のようなタスクの集合と捉えることができる。

- 自宅から、研究会の会場に移動する
- 研究会に参加する
- 他の研究者との交流会に参加する
- 研究会の会場から、自宅に移動する

一般に行われるスケジュールの管理においては、タスクを実行するために十分な時間的な空きがあるかどうか(以下、「時間的なアベイラビリティ」とする。)が検討される。実際に、スケジュール帳やオンラインカレンダーなどの仕組みは、時間的なアベイラビリティの管理するために活用されている。

## 1.2. 身体的・精神的資源の可視化と活用

フレデリック・テイラーらがもたらした科学的管理法への批判の一つとして、「労働環境における管理の時間的側面に注目しすぎると、生産性の低下がもたらされる」という立場がある。

そうした批判も踏まえ、生産性の向上を目的として、身体的・精神的な資源を可視化・管理する手法は医学・認知科学・脳科学など研究分野における基礎的な領域や組織論・労働科学・精神医学などの研究分野で研究されてきた。

しかし、実際の労働現場においてはこうした知見が十分に活用されているとは言い難い現状がある。これは、実際の労働現場においては活用を妨げる以下のような事情があるためと考えられる。

- 現場監督にあたる職位の者が、数多ある知見の活用方法に熟知することは現実的ではない
- 身体・精神面での資源の管理は、自己や監督者の感覚的な裁量によって行われており、数値化して捉えにくいものである。そのため、実際の現場からのフィードバックに基

づく知見からのフィードバックによる知識モデルの精緻化が起こりにくい

- 職場外の環境要因によっても、生産性に与える身体的・精神的資源量の変化が起こる
- 科学的な知見の多くは、統制された条件下において統計的に有意な傾向を導くにすぎず、多様な職場において、多様な事情を持つ個人に対して適応する場合には適正な調整を行う必要がある

これらの事情を鑑みると、科学的な知見やモデルを現場で活用するためには、以下の2つの性質を満たしたシステムが必要となると思われる。

- 利用可能性: 現場で現実的な利用が可能であり、管理のコストも低いこと
- 個別対応性: 多様な職場・多様な個人への適用が可能であること

## 2. 課題・目的

前章で検討したように、時間的なアベイラビリティに加えて、身体的資源・精神的資源のアベイラビリティを可視化し、管理を行うことができれば、**働く方一人ひとりの意欲・能力の存分な発揮を促す就労環境**の創出を通じて「働き方改革」に貢献できると思われる。

そこで、「利用可能性と個別対応性を実現しつつ、スケジュール管理における、時間的なアベイラビリティに加えて、身体的アベイラビリティと精神的アベイラビリティを管理する方法を提示し、具体的な活用を促すシステムを提案すること」を本稿の目的・課題と定める。

以下、スケジュール管理における既存のアベイラビリティの概念と拡張的アベイラビリティの概念を対比して整理する。

- 時間的なアベイラビリティ:
  - タスクを完了するため必要な、**時間的資源が存在**すること
- 拡張的アベイラビリティ
  - タスクを完了するため必要な、**時間的・身体的・精神的な資源が存在**すること

### 2.1. 本研究のアプローチ A- 利用可能性の実現

生産性の向上を図るためには拡張的アベイラビリティを管理し、スケジュール管理を行うことが有効である一方で、その取扱を完全に科学的なアプローチから行うことは現実的とは言えない現状もある。

そこで、本稿では **“最適解よりも改善改善の実現を”** という視点から HP/MP の概念を導入し、ゲーミフィケーション的なアプローチから拡張的アベイラビリティの管理を行うことを考える。

これは、ゲーミフィケーション的なアプローチを行うことで、作業者の身体的・精神的状態をゲームプレイヤーがゲームのキャラクターに対して行うように容易に把握し、現場でのタスクの割当への拡張的アベイラビリティの活用が促進されることを狙うためである。

HP/MP の概念は、小学校低学年向けのコンピューターゲームなどでも身体的状態・精神的状態を表す数値として利用されている。このことから、HP/MP が表す意味を理解して管理することは、労働の現場でも十分に活用可能であるシンプルさを備えていると思われる。

なお、HP とは、ゲーム内のキャラクター等に対する身体的なリソースを表した数値のことで、0 からキャラクターによって異なる上限を持つ。

一般に HP が上限値であることは、キャラクターの身体的な状態が万全であることを表し、敵の攻撃などによって HP が減少し 0 となると行動不能となるほど身体的な状況が悪化した状態であることを表す。

MP も、HP と同様の仕組みで精神的な状態を表す数値として広く利用されている。

## 2.2. 本研究のアプローチ B - 個別対応性の実現

精神的資源の状態に作用する要因は、疲弊していないこと、リラックスしていること、モチベーションが高いこと、集中できる環境にあること、自信があることなど、一般にもよく知られているものだけでも複数存在する。

そこで本稿では HP/MP の概念の利用に加え、AI を用いて過去に同等のタスクを実施した際の実績データからのフィードバックを行い、限られた情報を用いて個別対応性を高める手法を用いる。

## 3. システム概要

本稿が提案するシステムは、コア機能とフィードバック機能から構成される。

システムは、コア機能要件の達成によって最も基本的な機能を実現し、フィードバック機能要件の達成によって個別対応性を実現する。

以下、コア機能要件、フィードバック機能要件について記載する。

- コア機能要件
  - ユーザーは HP・MP を持つ
  - ユーザーにはタスクの割当(以下「スケジュール」とする。)が可能であり、タスク実行の実績時間に応じて当該タスクにおける HP/MP の標準消費量にスキル(後述)による補正と補正 AI (後述)による補正を与え、HP/MP の消費量を算出する
  - HP/MP の消費量がユーザーの HP/MP から減算される
  - スケジュールを読み出し、任意将来時点での HP/MP の予測値に基づいて、スケジュールに対する色付け(後述。以下「グラデーション」と呼ぶ。)を求める
- フィードバック機能要件
  - システムはコア機能要件で算出される HP/MP 以外に、バイタルセンサー・作業者の実感に基づいて推測された現 HP/MP の推測値を算出する
  - HP/MP の消費量と現 HP/MP の推測値の差分を算出し、HP/MP の標準消費量、スキル、補正 AI にフィードバックする。これにより、システムの利用を続けることで HP/MP 推測精度を向上させる

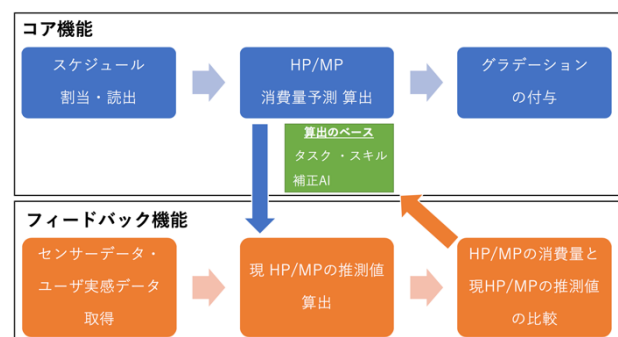


図1 コア機能とフィードバック機能の関係

コア機能はグラデーションの付与を行い、フィードバック機能はHP/MP算出のベースとなるタスク・スキル・補正AIに補正を行う

システムのアウトプットは、コア機能によって成された HP/MP の予測によって、時間的アベイラビリティに対してグラデーション付けが成されたスケジュール表形式のデータである。以下、色付けされたスケジュール表形式のデータの概念図を示す。



図2 アウトプット概念図

赤は予定あり、黄色は予定はないが HP/MP が逼迫、灰色は HP/MP が通常レベル、青色は MP/HP 余剰が大きいことを表す

上図のように、拡張的アベイラビリティが可視化されていれば、複数の作業候補時間帯・作業候補者が存在する場合に、より身体・精神の状態が優れた時間帯や作業へのタスクの割当を補助することができる。

### 3.1. システムのデータモデル

システムのコアとなるデータモデルは、ユーザーモデル・タスクモデル・スキルモデルから成る。

#### 3.1.1. ユーザーモデル

ユーザーモデルは、タスクを実行者の時間的資源(スケジュール)、身体的資源(HP)、精神的資源(MP)に関する情報を保持するためのデータモデルである。ユーザーモデルは以下の属性を持つ。

- HP
- MP
- 最大 HP
- 最大 MP
- スケジュール
- タスクの割当

#### 3.1.2. タスクモデル

タスクモデルは、タスクに関する情報を保持するためのデータモデルである。タスクモデルは以下の属性を持つ。

- タスク ID
- HP 消費/分

- MP 消費/分

#### 3.1.3. スキルモデル

スキルとは、ユーザーの固有のタスク実行時の標準的 HP/MP 消費量に対する補正のことである。スキルモデルはスキルに関する情報を保持する。スキルモデル以下の属性を持つ。

- ユーザーID
- タスク ID
- HP 消費補正 /分
- MP 消費補正 /分

## 3.2. コアデータモデルを用いたコア機能の実現

ユーザーモデル、タスクモデル、スキルモデルを用いて、アリスかボブが日報入力を行うユースケースを以下に示す。(説明の簡単のため、ここでは補正 AI による補正を考えない。)

- ユーザー:アリスが、タスク:日報入力 (HP 消費:1、MP 消費:2) を行うとき、スキル:日報入力 (HP 消費補正:+1、MP 消費補正:+1) を持っているなら、アリスが日報入力を行うとアリスの HP 毎分消費量は 2、MP の毎分消費量は 3 となる。
- ユーザー:ボブが、スキル:日報入力 (HP 消費補正:+2、MP 消費補正:+1) を持っているなら、ボブが日報入力を行うと HP 毎分消費量は 3、MP の毎分消費量は 3 となる。

以上のように、アリスとボブのユーザーモデル、タスクモデル、アリスとボブのスキルモデルを用いて、日報入力の HP 消費量と MP 消費量を特定することができる。

表2 アリスとボブの HP/MP 消費量の比較

	作業前 HP/MP	標準消費量 HP/MP (1/分)	タスク補正 HP/MP (1/分)	タスク補正後消費量 HP/MP (1/分)	作業後 HP/MP
アリス	90/90	1/2	+1/+2	2/4	88/86
ボブ	100/100	1/2	+2/+2	3/4	97/96

もし、アリスかボブのいずれかが 10 分間の日報入力を行うのであれば、アリスが行う方が HP/MP の利用効率が高くなるのがわかる。

一方で、ボブが行う方がアリス-ボブ間で残存する

HP/MP の差異が小さくなるので、ボブが実行するほうが好ましいという状況もあるだろう。

このように、HP/MP で身体的・精神的な状態を表すことで、ユーザー間での得手・不得手や、身体的・精神的な状態に配慮したタスクの割当の戦略策定を支援することができる。

### 3.3. コア機能要件を実現するシステム

コア機能要件を実現するシステムは、入力層、推定層、出力層の3層から構成される。各層の大まかな役割を以下に記載する。

- 入力層では、HP/MP の現在値、スケジュール、環境センサーの読み取りが行う
- 推定層では、標準的 HP/MP 消費量、スキル、補正 AI による補正に基づいて HP/MP の消費量が計算される
- 出力層では、ユーザーのスケジュールにグラデーションの割付が行う

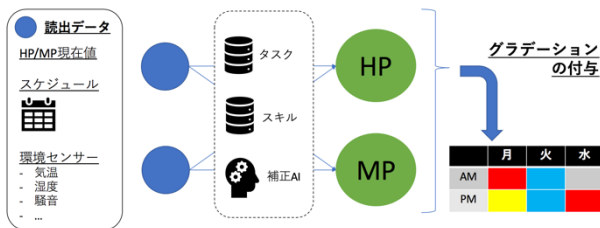


図3 コアシステム概要図

#### 3.3.1. コア機能要件と補正 AI

補正 AI は推定層に存在するタスクモデル、スキルモデルと並んで、HP/MP の算出に関与するファクタの1つである。補正 AI が算出に用いるのは、労働衛生に関する既存の研究成果をロジックとしたものである。

例えば、作業時の気温が不快適域にあることが外気温計や天気予報などから得られるとする。補正 AI はそのような情報を利用して、HP/MP の減少量に補正を行う。

### 3.4. フィードバック機能要件を実現するシステム

フィードバック機能要件を実現するシステムは、タスクモデル、スキルモデル、補正 AI にフィードバック

クを行う。

フィードバックは、バイタルセンサー・作業者の実感に基づいて推測された、現 HP/MP の推測値を用いて行う。(バイタルセンサーの値を用いて身体的・精神的な作業負荷を計測した研究は、複数存在[3][4]し、いくつかの手法を援用することができる。)

HP/MP 消費量に基づいて予測された特定時点での HP/MP と現 HP/MP の推測値は、異なる算出基準を用いていることもあり差異がある。とくに、標準消費量やスキルの初期値は、多分に実情に即さないことが予想されるため、バイタルセンサー・作業者の実感に基づいて推測された現 HP/MP の推測値と比較して精度が低く、大きな差異が存在することが予想される。

そこで、この差異が小さくなるようにタスクモデル、スキルモデル、補正 AI の算出アルゴリズムにフィードバックを行うのが、フィードバック機能である。

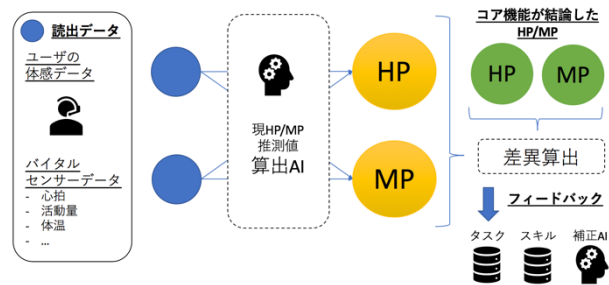


図4 フィードバックシステム概要図

#### 3.4.1. フィードバック機能要件と補正 AI

「コア機能要件と補正 AI」で例示した、外気温による HP/MP の減少量に補正の事例で個別対応性を実現するためには、ユーザー毎に耐暑・耐寒の能力に配慮する必要がある。

例えば、アリスがボブよりも寒さに弱い(低気温下ではボブよりも、HP/MP を消費する傾向が強い)事が作業実績データの解析などから判明しているのであれば、フィードバックにより補正 AI による HP/MP 消費量予測にもそのような傾向を反映される。

外気温の他にも、どんな時間帯に作業したか？ 誰と一緒に作業したか？ 作業が楽しいという実感があつたか？ 作業に対するモチベーションが十分であつたか？ などの状況が、生産性や作業者の身体的・精神的な消耗に大きな影響を与えと言われる

が、蓄積された過去実績データの分析から同様の傾向が確認できるのであれば、フィードバックにより HP/MP 消費量予測に取り入れていくことも有効であろう。

#### 4. 考察・まとめ

本稿では、スケジュール管理における拡張的アベイラビリティを基礎づけるものとして、HP/MP の概念を、身体的・精神的なアベイラビリティを表す集約値として用いたシステムの設計を示した。

このシステムには、既存のスケジュール管理システムと比較して、以下の利点が存在すると思われる。

- 作業ごとに状態や特性の複雑な相互作用によって決定される身体的・精神的なアベイラビリティを、HP/MP というシンプルな数値の後ろに隠して処理することで、**高い利用可能性を実現できる**
- フィードバック機能や補正 AI によって、作業者の個性や状況への**高い個別対応性を実現できる**

最後にシステムの活用について簡単に検討する。

例えば、産業医療の領域に活用があると言えるだろう。

産業医等による職場の労働衛生モニタリングでは、労働時間面のモニタリングのみが恒常的に行われており、身体的・精神的な状態については高い頻度で行う手段に欠いてきたという課題がある。

本稿で提案するシステムはこうした課題の解決を助けることも可能であるだろう。

また、労働者はプライベートな生活でも身体的・精神的な状態を変化させる一方で、プライベートな事情を上長に説明することには、心理的な抵抗がある場合がある。

そうした場合でも、HP/MP の消費量を介してコミュニケーションを取ることができれば、プライベートな事情に具体的に踏み込まずとも、作業の負荷に適切な配慮を行うことが可能となる。

さらに、フィードバック機能によってスキルモデルに蓄積されるデータを通じて、タスクの得手不得手といった情報がシステムを利用していくにつれて可視化されていくことにもメリットがあるケースもあるだろう。

今後は、以下のようなより具体的な課題に対応しつつ、システムの実現に向けての準備を進めていき

たい。

- 過去の労働衛生研究の知見の HP/MP モデルへの組み込み
- 特定領域における作業辞書データ(標準 HP/MP 消費量の定義データ)の作成
- 一般的なスケジュール管理システムに接続可能なインターフェースの設計
- フィードバックモデルの詳細設計
- サービスのプロトotyping
- サービスの実証実験

#### 5. 参考文献

- [1] 厚労省予算 / 「働き方改革の着実な実行」に向けて「人づくり革命」と「生産性革命」を重点配分, ビジネス・レーパー・トレンド 2018 年 3 月号, pp. 40-41,
- [2] 「働き方改革」の実現に向けて | 厚生労働省, <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html> (2018.9)
- [3] 高野 研一, 吉野 賢治, 長坂 彰彦, 生体情報を利用した精神作業負荷の評価に関する基礎的研究, 産業医学, 1990, 32 巻, 2 号, pp. 105-117
- [4] 従業員のハピネスと生産性を高める スマートフォン アドバイスサービスの実証実験, 日立製作所 はいたつく 2017.3, pp 8-9