

人のデジタルツインの他者視点での位置づけに関する考察

永徳真一郎¹ 戸嶋巖樹¹ 廣田啓一¹ 深山篤¹
小澤史朗¹ 中村高雄¹ 大西琢朗² 出口康夫²

概要: 近年、人の外面に加えて思考等の内面も電子的にコピーすることを目指した「人のデジタルツイン」が検討されている。もしこのようなデジタルツインが実現できた場合その人のデジタルツインは私や社会にとってどのような存在となるのだろうか。筆者らはこれら問題に関して哲学的な側面から考察を進め、私自身から見た自身のデジタルツインに対しては、機能的な私(Functional I)と指標的な私(Indexical I)の両面でデジタルツインに私を感じる可能性を述べた。本稿では検討の範囲を拡張し、他者が私のデジタルツインに対して私を感じる要因について考察した。私視点と同様に、他者視点においても機能的要素と指標的要素の両方で説明できる可能性を述べる。

キーワード: デジタルツイン, 機能的な私, 指標的な私

A Study of Positioning of Human Digital Twin in Society in terms of Others

SHIN-ICHIRO EITOKU¹ IWAKI TOSHIMA¹ KEIICHI HIROTA¹
ATSUSHI HUKAYAMA¹ SHIRO OZAWA¹ TAKAO NAKAMURA¹
TAKURO ONISHI² YASUO DEGUCHI³

Abstract: Recently, it has been realized “Digital Twin” of human and object: it makes electric copy in terms of appearance, physical characters, status, and so on, and is used as simulations. If such human-digital twin is realized, what kinds of beings is it for him / her and societies? For thinking such questions, we study in philosophical angle, and we have made a hypothesis and reported. Human may feel me for his/her digital twin in terms of human’s functions (“Functional I”) and in terms of relationships (“Indexical I”). In this report, we extend discussion points; what factors will influence others to feel me for my human digital twin. We make a hypothesis that others feel me for my digital twin in terms of “Functional I” and “Indexical I”, in the same way.

Keywords: Digital Twin, Functional I, Indexical I

1. はじめに

近年、実世界の人や物体をサイバー空間上へ写像、表現したものである「デジタルツイン(以下“DT”)」が実現されつつある。さらに、このDTの発展形として、DTを自在に組み合わせることで演算を行うことにより、これまでになく大規模かつ高精細な実世界の再現、さらには実世界の物理的な再現を超えた、人の内面をも含む相互作用をサイバー空間上で実現することを目指す新たな計算パラダイムである「デジタルツインコンピューティング(Digital Twin Computing, 以下“DTC”)」が提唱されている[1]。

人の外面だけにとどまらず、内面をもサイバー空間上に再現した人のDTが実現できた場合、人のDTは私や他者にとってどのような存在になるのだろうか。また、そのような人のDTが私や他者に受容されるためには、どのような要素が必要なのであろうか。

本研究では、人のDTの「受容」を「①私のDTに対して私(の一部)をみとめ、②私のDTに対して、私(ないしは他

者)の行為の一部を委譲してよいと思う」とみなせるのではないかと考え、仮説の検討を行ってきた。その上で、人のDTの受容は、1)人のDTの元となる私による受容、2)人のDTが活用される他者による受容、から成るとして、「私の(人の)DT」「私(人)」「社会(他者)」の3つを設定し(図1)、「1)人のDTの私による受容」について検討を行ってきた[2]。

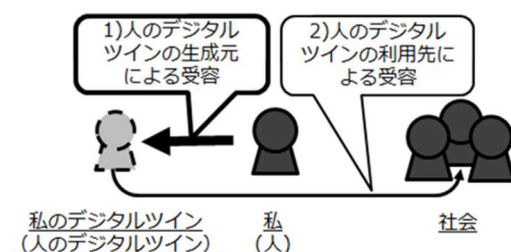


図1 私、私のDT、社会(他者)の関係[2]

Figure1 Relation between me, my digital twin and societies

本稿では1)の仮説も考慮し、「2)人のDTの他者による受容」について仮説の検討を行う。その上で、1)と2)を統合し、私のDTが、私、他者ともに受容されるためにはどの

1 日本電信電話株式会社
NTT デジタルツインコンピューティング研究センター
NTT Digital Twin Computing Research Center,
Nippon Telegraph and Telephone Corporation

2 京都大学 大学院文学研究科
Graduate School of Letters, Kyoto University

ようにあるべきかについて考察と仮説の立案をはかる。

2. デジタルツインコンピューティング構想と人のデジタルツイン

人のDTの受容を検討するにあたり、まず、DTC構想について概観する[1]。既存のDT技術と比較したDTC構想の特徴は、1)人の内面もデジタルコピーした人のDTの実現、2)複数のDT間での演算処理(交換・融合・複製等)である。以下、特に1)について詳しく述べる。

2.1 人のデジタルツインの実現

DTC構想における人のDTとは、人の外面や物理的な特徴に関する電子的な表現だけでなく、意識や思考など人の内面までサイバー世界に表現することによって人の行動やコミュニケーションなどの社会的な面についても高度な相互作用を再現することを目指している。

人の外見をデジタル表現する試みは、これまでも数多く存在している[3][4]。こうした外見的な再現技術を用いて人のDTもサービス化されており[5]、さらに音声合成等を組み合わせた音声によるアナウンスなどアプリケーションでの活用も増加している[6]。また、人の内面(思考等)の再現としては、自然言語処理技術の発展により、対話型のAIが実現され始めている[7]。

一方、これらは標準的な人、または架空の人を再現したものである。DTC構想においては、人のDTとして実在する個人のデジタルな再現を目指している。実現においては、人の個性をどのように抽出し、再現するかが重要なポイントとなる。

2.2 ユースケース

DTCのユースケースの例を図2に示す。シミュレーション等の既存のデジタルツインの活用を内面の部分まで拡張したものから、DTと(生身の)人とが協力しながら、人だけでは解くことができない課題を解くようなケースも考えられる。ユースケースを大別すると、以下の2つに分けられる。

(i) 代理的なDTの活用

人のDTの内面を、外在化させた機能群として捉え、それを人が活用して作業の効率化やシミュレーション等を図る使い方

(ii) 対話的なDTの活用

人のDTを新たな存在として捉え、DTと協調しながら課題解決にあたることで人単独ではできない課題の解決を図る使い方

3. 私が私のデジタルツインを受容するには

筆者らがこれまでに検討してきた1)人のDTの私による受容、における私による私の(人の)DTの受容に関する見解案[2]について述べる。

(i) 代理的なDTの活用例：



【能力拡張】異国の言語を自在に操り、現地の価値観を理解し、ネイティブの自分として微妙なニュアンスの理解を含めて現地で意思疎通ができるようになる



【代理】故人となってしまった過去の映画俳優へインタビュー、現代の映画に登場させた新たなエンターテインメントを作成など

(ii) 対話的なDTの活用例：



【相棒×シミュレーション】複数の人生を同時に歩んだ”複数の未来の自分”とそれぞれ会話をすることで、リアル的人生における選択を精緻な裏づけとともに実行する

図2 DTC構想での人のDTのユースケース
Figure 2 Use-case of human digital twin in “DTC”

3.1 全体像

DTに寄らず人や物(以下、“対象”と呼ぶ)「私」を認める要素として、「対象の行為的な要素(行為が私と似ているから私と認める)」と「対象の存在的な要素(私の生活等における経験)」から成るとし、前者の観点における私を「Functional I(機能的な私)」)、後者の観点における私を「Indexical I(指標的な私)」として定義し、それらを構成する要素について検討した。なお、「Indexical I(指標的な私)」は、そもそも「今ここにいる」私という意味で、単なる性質や機能に還元されない「他の何者によっても置き換えられない固有性」を備えつつ、常に「今ここ」で経験や行為を遂行している主体としての「私」を意味する。このようなIndexical Iは、通常、単独の存在者であるとみなされるが、ここではDTと私が「経験や行為を共にしている」という感覚を共有することで、そのような固有性自体を分有し、共に一つのIndexical Iを構成する可能性を想定している。言い換えると、本研究では「Indexical I」を、私のみならずDTをも含み得る概念として拡張して定義している。

3.2 Functional I

[Functional Iの度合い]

=[対象範囲における”機能”の一致度]

として定義した。ここで述べる対象範囲とは「私が観測可能な対象が提供する機能の範囲」である。また、「”機能”」は少し拡大解釈し、できることが同じであるいわゆる「機

能」に加え、「機能」の一致の類推がなされる事象、例えば見た目や属性についても「機能」に含まれるものとして捉えている。

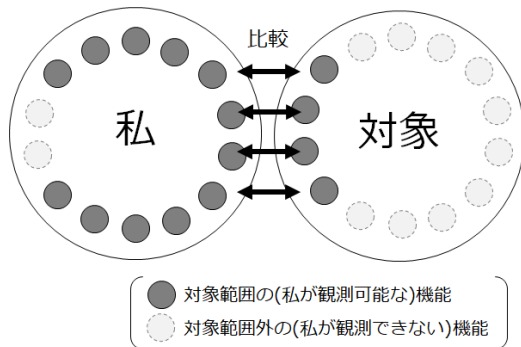


図3 “Functional I”の概念図 [2]

Figure 3 Conceptual diagram of “Functional I” [2]

3.3 Indexical I

[Indexical Iの度合い]

= [対象と共に行為をなしている感]

= [1] Connectedness : 対象とつながっているという感覚]

× [2] Ownness : 対象の行為を自分ごととして捉える感覚]として定義した(図4)。

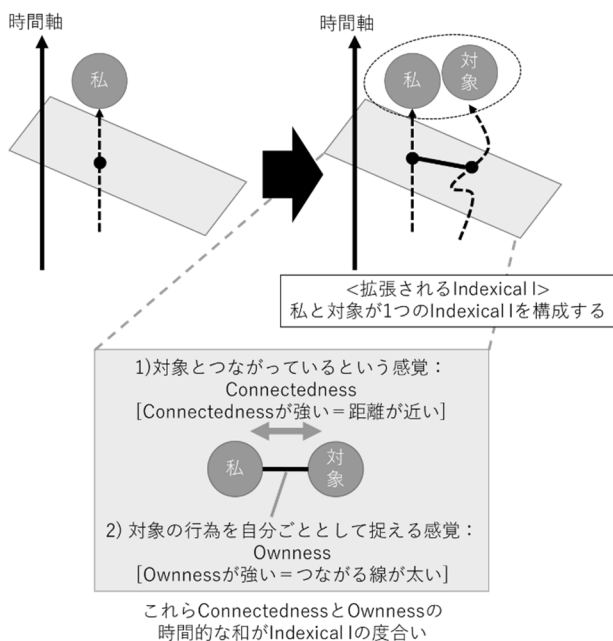


図4 “Indexical I”の概念図 [2]

Figure 4 Conceptual diagram of “Indexical I” [2]

Connectedness は「今ここにいる」が積み重なって築かれる軌跡のようなもので、DT と私との関係においてはDT と私及時空間を共にし、同じ軌跡を描くかどうかを表している。Connectedness の要素としてさらに細分化し、

(i) Spatiotemporal-Continuity(時空連続性)

・私を対象と経験を共にした時間長、そこで発生・共有した経験の強度

(ii) Social-Connectedness(社会的なつながり)

・社会が対象と経験を共にした時間長を想定している。

“Ownness”は、対象とともに行為をなすにあたり、互いのことを知り得ているという感覚である。これが無いと、時空間を共有しているだけの2つのものとなると考えられる。“Ownness”の要素としては、

・対象が自分の想定通りに動作する[Controllability]

・対象の動作/知識/思考等の情報を自分も知り得る[Feedback]

・社会的に認められた所有[Ownership]

・「A が起きれば B が起きる」ことが分かる、もしくはその予測がつく[Causal Continuity]

等を考える。

3.4 Functional I と Indexical I の関係

私を対象に認める「私らしさ」は Functional I の要素と Indexical I の要素の組み合わせから成ると考えている(図5)。Functional I の度合いが高くて Indexical I の度合いが低く私を感じない(例：現代におけるクローン人間)場合や Functional I の度合いが低く Indexical I の度合いが高く私の一部を感じる(例：自分にとっての思い出の品)場合があることが考えられることから、対象を私の一部として認めるか否かについては、対象に対してある一定以上の Indexical I の要素が存在した上で、Functional I の要素が必要となる可能性がある。

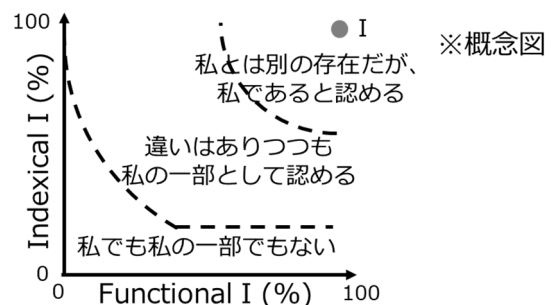


図5 Functional I と Indexical I の関係 [2]

Figure 5 Relation between Functional I and Indexical I [2]

3.5 私と対象との間の「違い」の重要さ

私と私の DT の関係を考える上で、まず、私がどのように構成されるかを「Narrative Self」[8]をもとに、私の中心となるもの：「ありのままの私」は実際には存在せず、自分が観測可能な複数の私から仮想的に存在するものとして考えているもの、ととらえ、一方、その「ありのままの私(と私が思っているもの)」はある一定の範囲内に含まれるもの、とする。

出口は、「われわれとしての自己」[9]において、私のひとつひとつの行為は、実は純粋に私一人が行っているのではなく、委譲を行う存在が、私や、私を取り巻く他人や物

に行為(ないし行為者性)を一定の仕方で委譲することによって実現されている, という考えを提唱している. 本研究が検討している「対象を私の一部と見なす」ことは, この「われわれとしての自己」のもとでよく理解できるだろう.

前述の私の考え方や「われわれとしての自己」の考えから私が対象に私の一部を委譲することを, 私と対象から成る「私たち」へ対応として考えると, 私が(ありのままの私に対応する形で)「ありのままの私たち」をイメージし, 「ありのままの私たち」を構築する上で必要となる側面の一部を, 対象に対して対象の側面の一部として表出することを求めることとなるであろう.

そのうえで, 本研究では, 私たちを構成できるか否かのポイントとなる点として, 自身の「かけがえのなさ (= 代替不可性, de-replaceable)」としての側面を求めるのではないかと考えた. 「かけがえのなさ」が無いものは, 別の対象で置き換えうる. これによりそれは私たちを構成する1パーツとして存在する必然性がなくなり, 私とその対象が私たちを構成する必然性は無くなる. つまりその対象は私たちの構成要件である委譲をできる相手ではなくなり, 私の一部とは見なせなくなる.

このように対象を「私の一部として委譲すること」の観点で「かけがえのなさ」に着目して考えると, 面白いことがわかる. 対象が私と全く同じだと, 私は対象と代替可能となるのである. すると, 上で述べたかけがえのなさなくなり, 結果として私は対象に行為の一部を委譲する状態が無くなってしまふ. 私が対象に私の行為の一部を委譲するためには, 私が私自身のかげがえの無さが損なわれることを避けるために, 私の側面の一部も対象の側面の一部も, そのどれもが私たちを構成する上で必要不可欠 (= なくなると私たちが変わるもの) となるように, 対象の側面の一部に求めるものを定義するのではないかと考えた. 言い換えれば, 対象に「私(の一部)として行為の一部を委譲すること」においては, 私と対象に求めるものは必ず異なる部分を有することになるのではないかと考えられる(図6).

4. 他者が私のデジタルツインを受容するには

4.1 他者が対象に私を認める具体例

本稿では, 「他者が対象に私を認める」の定義として, 「他者が対象と接した時に, 対象がなす行為が私の行為である」と考えること(図7)とした. その上で「他者が対象に私を認める」例として, 例えば次のような例が考えられる.

- 私の法的観点での代理
- 仕事上の部下
- 写真(ビデオ/TV 会議など)に写っている人物
 - 昔の姿(今と違う姿)でもその人らしさを感じることもある
- (他者が印象に残っている)私の思い出の品
- 遠隔操作ロボット

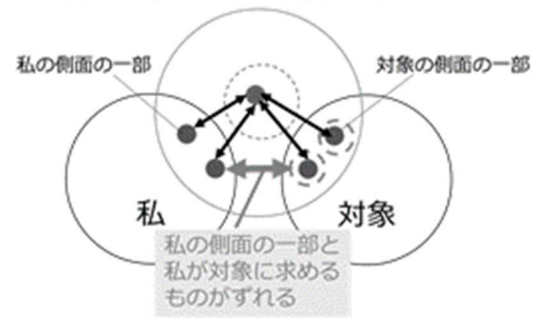


図6 私の一部として自身の行為の一部を委譲する際の私と対象との関係[2]

Figure 6 Relationship about delegating being a part of his / her actions [2]

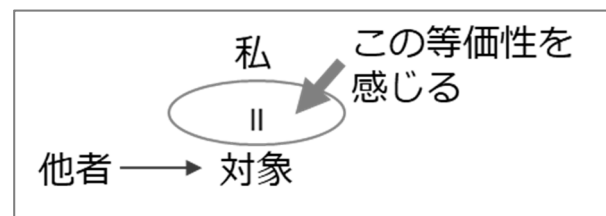


図7 本稿における「他者が対象に私を認める」定義

Figure 7 Definition of “Others accept the object as me” in this report

- 行為や表現等における類似性

- ~をするのは~に違いない

見た目をはじめとした, 機能的な要素が他者から見て私に類似していることにより, 対象に私を感じることもあるが, 一方, 法的観点での代理や(現在の私とは似ていない)昔の私の姿の写真, 思い出の品など, 見た目の類似性なくとも対象に私を感じる場合も存在する. これらにおいては, 私と対象とのつながりを他者が直接的(例えば, 思い出の品は, 私がその品を長い時間保持していたことを他者が知ることによって私と対象との間につながりを見出し, 対象に私を感じる), ないしは誰かから情報を得るなど間接的(例えば, 昔の私の姿の写真は, 別の他者から私と対象(=写真に写った私)とのつながりの情報を得ることによって, 私と対象との間につながりを見出し, 対象に私を感じる)に得ることで, 対象に私を感じるのではないかと考えられる.

4.2 他者視点での私の機能的側面と指標的側面

上記推察より, 私が対象に私を感じる際の機能的要素(Functionality)と指標的要素(Indexicality)の観点から, 他者が対象に私を認める場合でも同じように説明できるのではないかと考えた. 具体的には以下である.

1)機能的要素からの私に紐づく特徴: Functional He / She

他者が私に対して感じている機能的(私ができる/できないこと)要素の類似性をもって, 他者が対象を私であるか否

かを判断する

2)関係的要素からの私と対象とのつながりを感じる：

Indexical He/She

直接的、ないしは別の他者から間接的に私と他者とのつながりを他者を感じることで対象を私として認識する性質。この Indexical He/She も、私が対象に私を感じる場合と同様に、さらに Connectedness と Ownness の性質に分解することができる。と考える。

2-1)他者から見た、私と対象の連続性：Indexical He / She における Connectedness

私と対象の連続性(時空間の一致)を、他者が直接観測して(図 8 上部)、ないしは対象と私との関係をよく知る別の他者/集団(社会)を通して(図 8 下部)断片的に得ることで、対象に私を感じる性質

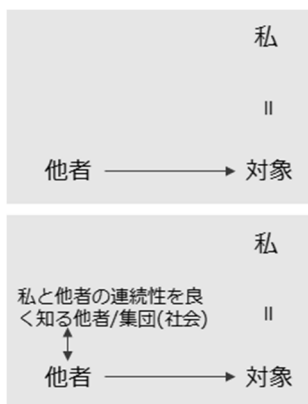


図 8 Indexical He/She における Connectedness
 Figure 8 Connectedness in Indexical He/She

2-2)他者から見た、対象に対する私が知りえる感：

Indexical He / She における Ownness

対象がなすことを私が自分ごとのようにとらえるであろうことを、他者が直接的に、または別の他者や社会などから間接的に情報を得ることで対象に私を感じる性質

例えば、私の法的な代理人は、代理人のなしたことが結果的に私に反映されることを社会が保証し、そのことを他者が知るることによって、対象(代理人)に私を感じる事となる。

4.3 私と他者の間での同じ対象に対する「私」を認めるか否かの印象の違い

4.3.1 印象が変わる具体例

ある対象に対して、私の立場と他者の立場の間で「私」を認める/認めないが一致しない、ないしは私と認める度合いが異なる場合がある。例えば以下の場合が考えられる。

- ・私にとってのお気に入りの品物

品物の機能的要素では私との類似性はなく Functionality はないが、私の立場からは、私と品物との間にたしかに関係性はあり、Indexicality の観点から私にとってその品物は私の一部である。一方、他者の立場からは、その Indexicality

を感じられないため、対象の品物に、私を認めることが難しい。

- ・フェイク系の技術

他者の立場からは、私との間の機能の類似性による Functionality の観点から、フェイク系の技術により作られた私に私を認める。一方、私の立場からは、私が考える私の機能との相違や、フェイク系の技術に作られた私と私との間に生じる関係性のなさから、私は私だと認めないこともある。

4.3.2 Functionality からの印象の違いが生じる原因

[Functionality の度合い]=[対象範囲における“機能”の一致度]であることから、私と対象の間の“機能”の比較における対象範囲が影響する。私と他者において対象範囲が異なり、結果として Functionality が私と他者と異なることで、私が対象に Functionality を認めないが、他者は対象に Functionality を認める(ないしはその逆)が生じる。

4.3.3 Indexicality の Connectedness からの印象の違いが生じる原因

Connectedness の構成要素として、私しか知りえない構成要素と、他者も知りえる構成要素がある。例えば、Social-Connectedness の性質は私も他者も得ることが可能であるが、Spatiotemporal-Continuity のような性質は私と対象との間の直接的な関係性の中でしか得られず、他者が得られないため、Spatiotemporal-Continuity の有無によって、私と他者との間での私を認めるか否かの印象の違いが異なりうる(図 9)。

4.3.4 Indexicality の Ownness からの印象の違いが生じる原因

Ownness の構成要素も Connectedness と同様に、私しか知りえない構成要素と、他者も知りえる構成要素がある。例えば、法律などによる私に責任が帰属するような社会的な仕組みなどによるものは、私も他者もその情報を得ることが可能であるが、私による Controllability や Feedback などは、他者からその感覚を得ることが難しい場合もある。これらによって、私と他者との間での私を認めるか否かの印象の違いが異なりうる(図 10)。

5. 「私」によって「私」のデジタルツインに委譲された行為を、他者が受け入れる要因

最後に、私によって私のデジタルツインに委譲された行為を、他者が受け入れる要因について、検討を行う。なお、ここでの前提として、私の DT は、私(=DT の元となる人)

	私	他者	他者が感じる Connectedness
Spatiotemporal-Continuity	●—対象		×
Social-Connectedness	●—対象	●	○

図9 Connectedness を構成する要素の
私と他者の間でのとらえ方の違い

Figure 9 Differences of acceptance between me and others
for factors composing connectedness

	私	他者	他者が感じる Ownness
私による Control/Feedback	●	対象	×
法律等の私に責任が 帰属するような社会 的な仕組みなど	●	対象 ●	○

図10 Ownness を構成する要素の
私と他者の間でのとらえ方の違い

Figure 10 Differences of acceptance between me and others
for factors composing ownness

が、私の DT に対して委譲を認めている状態とし、私が認めていない(私の)DT が、勝手に活動している状態は想定しない。

人の DT の中でも自分や他者との生身の人間と、ないしは他の DT とのコミュニケーションを行うような用途は、様々考えられるが、大別すると大きく以下の2つの用途に分かれると考えた。

1) 行為の委譲

仕事や契約などユーザの責任を伴う重要な行為を任せられるよう価値観・判断基準などを日常の言動から学習しユーザから見ても自分として違和感のないレベルで様々なタスクにおける判断を自律的に実行できるような人の DT (例: ビジネスシーンにおける業務の代行、役者さんが役者さん自身に代わって演技を行う、など)

2) 人間関係の維持・構築

ユーザと他者の人間関係の維持・構築を代理・サポートできるように、ユーザの個人性を抽出・表出してコミュニケーションを行うような人の DT (例: 自身に代わっての人間構築を行う、自身が行くことができないところへの代理での体験、など)

その上で、1)2)の各々について、これまで議論してきた Functionality・Indexicality で整理を試みると、以下のように整理可能と考える。

「1) 行為を代替する人の DT」

私によって、元々成立していた、ないしは成立しうる私と他者で構成される私たちにおいて、私と入れ替わった人の DT (私の DT) と他者は機能的要素で関係性を構築している「私たち」、いうならば、「Functional we」(機能的要素で繋がるわれわれ)である。このわれわれにおいては、私がオリジナルかコピーかを問わず、代替がききうるものである。そのため、人の DT が「行為の代替としての人の DT」たるには、他者が私と私の DT との間に機能的な等価性を

感じる事が重要である。

「2) 人間関係の構築・保持を実施する人の DT」

私によって、元々成立していた、ないしは成立しうる私と他者で構成される私たちにおいて、私であることが重要である。いうならば、人の DT と他者との関係は「Indexical we」(指標的要素で繋がるわれわれ)である。この私たちにおいては、私がオリジナルかコピーかが影響する。代替がきかない可能性もありうる。そのため、人間関係の構築・保持を(私に代わって)実施する人の DT たるには、他者が私と私の DT との間に「一体感」のようなもの、言い換えると、一心同体のような Connectedness が高いこと、または私と私の DT との間に Controllability や Feedback を感じ、私の DT に対する Ownness が高いことを通して、Indexical 性が高いことが必要となる。これらを満たしていた場合、代替性が成立する可能性がある。

このように、人の DT の適用先に応じて、Functionality と Indexicality から人の DT が満たすべき要求条件が変わる。なお、私の DT と他者で構成される私たちにおいては Functionality と Indexicality が両方含まれていることが多く、私たちの目的(ユースケース)に応じて、Functionality、Indexicality のどちらかがより重要視されるかが変わると考える。

6. まとめ

文献[2]ならびに本稿において、私や他者が私のデジタルツインを私(の一部)と認め、私が行為を委譲し他者がそれを受容するための考えの仮説立案を進めた。本仮説における結論は以下である。

私や他者が DT に私(の一部)を認める要素

- ・ Functionality : 機能的要素 / Indexicality : 指標的要素の2つの要素がある。さらに、Indexicality はその構成要素を Connectedness : 私とのつながり(連続性) / Ownness : 私との結びつき(私が対象を知り得ている感)に細分化できる。これらの要素がそれぞれ十分に高い時、DT を私(の一部)と認めると考えられる。

- ・ 私も他者も私の DT に私を認める要素は Functionality / Indexicality で共通するが、Functionality、Indexicality を評価する要素において、私と他者の間での要素が持つ尺度のずれ、私だけにしか持ち得ない(知り得ない)要素などが存在する。そのため、私の DT に対して、私と他者との間での私(の一部)の受容性は異なる。

ユースケースを踏まえた私の DT のあるべき姿

- ・ 私が DT に私(の一部)の行為を委譲させるためには、私のかけがえのなさの消失が無いように、私に、私と私の DT の間に何らか異なる側面を感じさせる、ないしはそれを期待させることが重要である。

- ・ 他者が DT の行為を受け入れる条件は、そのユースケースのタイプによって異なるため、ユースケースに応じた人

の DT の要求の設計をする必要がある。その要求の軸は以下の 2 軸である。

- 私と DT との間の機能的な一致を有する
- 私と DT との間の指標的な関係(つながり)を有する

今後はユーザヒアリングやアンケートを通じた本仮説の正当性の評価や、工学的実装方式の検討を進めていく予定である。

参考文献

- [1] 日本電信電話株式会社, “ホワイトペーパー (バージョン 2.0)”, https://www.rd.ntt/dtc/DTC_Whitepaper_jp_2_0_0.pdf. (参照 2022-04-18).
- [2] 永徳 真一郎, 戸嶋 巖樹, 廣田 啓一, 小澤 史朗, 中村 高雄, 大西 琢朗, 出口 康夫, “人のデジタルツインの受容に関する一考察”, 情報処理学会研究報告 セキュリティ心理学とトラスト研究会(SPT),2021-SPT-42(13), pp.1-7, 2021.
- [3] Saya -Virtual Human Project-, <http://www.sayaproject.com/>. (参照 2022-04-18).
- [4] 東映トークン研究所「DIGITAL HUMAN」, <https://zukun-lab.com/portfolio/toei-zukun-lab-%E3%80%8Cdigital-human%E3%80%8D/>, (参照 2022-04-18).
- [5] 株式会社 ZOZO テクノロジーズ, “株式会社 ZOZO テクノロジーズバーチャルプロジェクトを本格始動”, https://press-tech.zozo.com/entry/20210209_virtualmodels, (参照 2022-04-18)
- [6] TV asahi, “【AI CG アナ】花里ゆいな デビュー！最先端の技術です”, https://news.tv-asahi.co.jp/news_international/articles/000175834.html, (参照 2022-04-18)
- [7] EGGS ‘N THINGS JAPAN 株式会社, “国内初, AI アバターとの対話によってオーダーを可能とする非接触型「AI アバターレジ」いよいよ 2 月 3 日 (水) より実店舗への設置が開始されます”, <https://www.eggsnthingsjapan.com/news/210129.html>, (参照 2022-04-18)
- [8] Shaun Gallagher, “Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science”, Trends in Cognitive Sciences, Vol. 4, Issue 1, pp. 14-21, Jan. 2000.
- [9] 日立京大ラボ, “BEYOND SMART LIFE 好奇心が駆動する社会”, 日本経済新聞出版, 第 7 章, Aug. 2020.