



## AIの春 UI史的観点から見たコンピューティング・パラダイムの転換

執筆者

KDDI総研 特別研究員 小林雅一

🕒 記事のポイント

サマリー

マン・マシン・インタフェース、あるいはユーザー・インタフェース（UI）と呼ばれる「人と機械の関係」が今、歴史的な転換期に突入しつつある。Appleの音声アシスタント「Siri」、Googleが開発した自動走行車、Wolfram Researchの自然言語検索エンジン「Wolfram Alpha」、さらにはIBMのクイズ解答コンピュータ「Watson」など、いわゆる人工知能（AI: Artificial Intelligence）が、消費者の目に見える形で存在感を増してきた。1950年代に研究開発が着手されたAIは、その後「AIの冬」と呼ばれる停滞期を2回経て、ようやく今、IT産業の表舞台に登場してきた。それはスマートフォンや自動車のような「機械」が、あたかもロボットや召使いのように人間の面倒をみってくれる新しい時代の到来を意味する。

主な登場者

Google Apple DARPA（国防高等研究計画局） Stanford Artificial Intelligence Laboratory（スタンフォード人工知能研究所） Wolfram Research IBM John McCarthy Douglas Engelbart Herbert Simon James Lighthill

キーワード

UI（User Interface） AI（Artificial Intelligence） IA（Intelligence Amplification） iPhone 4S Siri 検索エンジン セマンティック検索 Wolfram Alpha Watson Deep Blue GUI（Graphical User Interface） 音声認識 自然言語処理 機械学習 隠れマルコフ・モデル サポート・ベクター・マシン(SVM) ELIZA

地域

米国

<p>Title</p>	<p>AI Spring: ——— Artificial Intelligence finally takes off with strong involvement of the U.S. IT titans such as Apple and Google</p>
<p>Author</p>	<p>Masakazu Kobayashi (Research Fellow, KDDI Research Institute)</p>
<p>Abstract</p>	<p>The so-called “Man-Machine Interface” or “User Interface,” referring to the technologies, or the systems, of interaction between human and machines, is now entering a period of seismic change. Examples of this are plentiful: Apple’s voice assistant “Siri,” Google’s semantic search technology as well as its self-driving car, Wolfram Research’s natural language search engine “Wolfram Alpha,” and IBM’s quiz answering computer “Watson,” all of which are some manifestation of so-called AI, or Artificial Intelligence. These technologies are now emerging as a vital part of man-machine interaction, and hold potential to replace conventional technologies such as the GUI, or Graphical User Interface, which rely upon using a mouse and keyboard.</p> <p>AI, a term coined by John McCarthy in the 1950s, drew much attention, funding and optimistic expectation in its early days, only to be followed by periods of significantly reduced attention and severe funding cuts, commonly lamented as ‘AI Winter.’ There was even a time when AI was seen a kind of hype. However, the examples mentioned above demonstrate that, having secured the backing of such major companies as Apple and Google, AI is finally taking center stage within the IT industry. We are now on the cusp of a new age of man-machine interface, one that has panoply of machines such as computers, smartphones, TVs, cars, and many other kinds of consumer appliances, serving humans as if they are some form of robot or servant. This nascent era can be summed up in the words ‘AI spring.’</p>
<p>Keyword</p>	<p>UI ( User Interface ) AI ( Artificial Intelligence ) IA ( Intelligence Amplification ) iPhone 4S Siri Wolfram Alpha Watson Deep Blue GUI ( Graphical User Interface ) Hidden Markov Model Support Vector Machine ELIZA</p>

## 1 AI時代の到来を予感させるGoogleの自動走行車

Googleが数年来、開発を進めてきた自動走行車( Self-Driving Car )が2012年5月、米ネバダ州で試験運転のライセンスを取得した。これに先立ち、同社は今年3月、そのプロモーション・ビデオ<sup>④</sup>(参考)をYouTube上に公開している。そこには視覚障害のハンディを負った男性が、自動走行車でファースト・フード店に行く様子などが収録されている。

改めて断るまでもなく、これは同社の宣伝用ビデオだが、その点を差し引いても「ハンディキャップを背負った人たちを助ける」という自動走行車の意義は見る者に伝わってくる。この他にもGoogleは、「(運転を自動化すれば)酒酔いや不注意による交通事故がなくなる」「道路の状態や交通量などに応じて、運転を最適化できるので渋滞を解消できる」「人間が必要に応じて(無人)自動車を(リモコンで)呼び寄せることができるので、そもそも車を所有する必要がなくなる」など、自動走行車の存在理由を山ほど用意して、その売り込みを図っている。

この自動走行車の開発プロジェクト、実はGoogleがゼロから始めたものではない。元々は、米国防総省の下部組織であるDARPA(国防高等研究計画局)が2005年に主催した「Grand Challenge」という自動走行車のレースに端を発している。このレースに出場したスタンフォード人工知能研究所(Stanford Artificial Intelligence Laboratory)の自動走行車が、約200キロの無人運転に成功してグランプリを獲得。これに感銘したGoogleが、同研究所から自動走行車の開発プロジェクトを、その研究スタッフ諸共に買収したのである。

以来、彼らはさらなる研究開発を進めると共に、2011年までの間に約32万キロの走行テストを積み重ね、その間に起こした事故は僅か一回。しかもこの事故は自動運転ではなく、人間がマニュアル運転したときのことだ(Googleの自動走行車は、人間のマニュアル運転に切り替えて使うこともできる)。走行テストはサンフランシスコの市街地でも行われ、無数の自動車や歩行者、自転車、さらには交通信号などで溢れかえる都市環境下でも、自動走行車が使えることを証明した。

しかし法制度など社会システムの整備はこれからだ。米ネバダ州では2011年6月に自動走行車が合法化されたが、それでも「事故を起こした時、誰が責任を取るのか」「自動車保険は支払われるのか」など、現実的な問題が山積している。が、純粋に技術的な側面だけを見た場合、その実用化は十分可能なところまで迫っていることを冒頭のビデオは物語っている。



<sup>④</sup>(参考) [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=cdgQpa1pUUE](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=cdgQpa1pUUE)

## 2 私たちの身近に忍び寄るAI

Googleの自動走行車は、過去に持て囃されながら、その後挫折し、長らく表舞台から姿を消していた「AI(人工知能)」が、ここに来て再びIT開発のキーワードとして浮上してきたことを示している。「AI(Artificial Intelligence)」とは文字通り、人間の知的活動をコンピュータのような機械と、そこに搭載されたソフトウェアで代替する技術を指す。もちろん一口に「人間の知的活動」と言っても、そこには多様な側面がある。その中でAIが対象とするのは、「知識表現」「プランニング」「学習」「自然言語処理」「動作と操作」「(音声、顔、物体、パターンなどの)認識」「社会的知性」「創造性」などである。

たとえば前述の自動走行車の場合、自動車に搭載されたソフトウェアが道路や他の車や歩行者や信号など、自らを取り巻く諸環境を「認識」して、それに基づいて車体を「操作」している。まさにAIの典型である。

他にも最近、AIが華々しい成果を上げたケースとして、AppleのiPhone 4Sに搭載された音声アシスタント機能の「Siri」が挙がるだろう。実際に使ってみれば一目瞭然だが、要するにiPhone 4Sのような情報端末に「あれしろ、これしろ」と命令すると、まるでロボットか召使のように言うことを聞いて、仕事をしてくれるソフトがSiriである。これを実現したのは「音声認識」や「自然言語処理」だが、これらはAIの本流を為す技術である。

他にも、Wolfram Researchが開発した新型検索エンジンの「Wolfram Alpha」やGoogleの「セマンティック検索」、そして米国の人気クイズ番組に出演し、人間のチャンピオンに勝ったIBMのクイズ解答マシン「Watson」、それより若干昔に遡ると、同じくIBMが開発し、チェスの世界チャンピオンに勝った「Deep Blue」など、昨今、AI技術を成功裏に実装したケースは枚挙に暇がない。

さらに私たちの日々のデスク・ワークや娯楽の中にも、既にAIが忍び寄っている。たとえばGmailはメールの内容を自然言語解析している。試しに「ファイルを添付します」と書いたうえで、敢えてファイルを添付しないと、「メールにファイルが添付されていないが大丈夫ですか」と確認メッセージが表示される。あるいはYouTubeに全く同じ動画を2回掲載しようとしても拒否される。ファイル名を変えてもダメである。これは何らかの形で動画をパターン認識しているためだ。

## 3 「人と機械の関係」はどう進化してきたか

以上の様々な事例は「人と機械(コンピュータなど情報機器)の関係」が今、大きな転換点に差し掛かっていることを示唆している。この点を、UI開発の歴史を遡って検証してみよう(人と機械の関係は、IT業界の専門用語でUI(User Interface)と呼ばれる)。

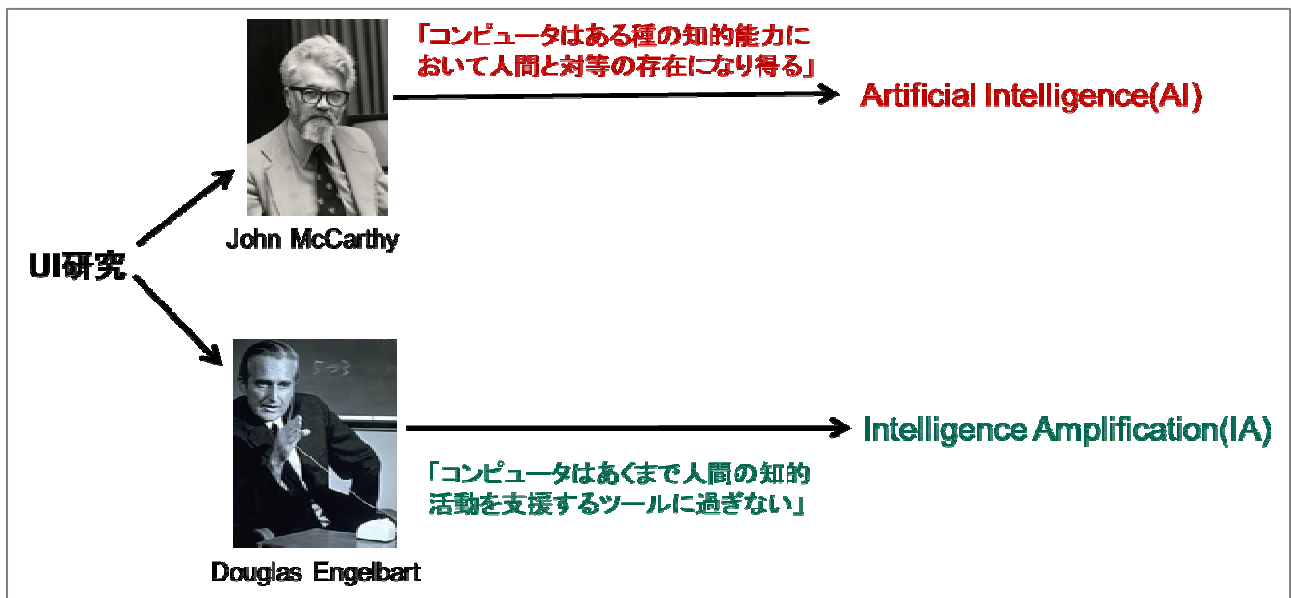
UIの研究開発は、1950年代後半から「AI」と「IA」の2派に分かれて進められてきた。このうち「AI(人工知能)」という用語は、1956年に米ダートマス大学で開催さ

れた国際会議の中で、著名な研究者のJohn McCarthy氏が最初に使ったものである。彼を中心にMarvin Minsky、Allen Newellなど初期のAI研究者たちは、コンピュータのような機械が何時の日か「ある種の知的能力において、人に匹敵するロボットのような存在になる」と見ていた。つまり人間は機械に対し、「あれしろ、これしろ」と命令するだけでいい。あとは機械がまるで召使かロボットのように、何でも言うことを聞いて仕事をしてくれる。こうした、いわばSFユートピア的世界を目指していたのがAI派だった。

これと対照的なスタンスをとったのが、当時の米スタンフォード研究所(SRI)に所属していた情報工学者のDouglas Engelbart氏である。彼はAI派の壮大なビジョンを、現実離れした夢に過ぎないと批判し、「コンピュータ(機械)は、あくまでも人間の能力を補完し、その知的活動を支援するツールに過ぎない」と現実的に捉えていた。

そして機械が一方向的に進化するだけでは不十分であって、それを扱う人(ユーザー)の方でも機械の進化に合わせてトレーニングし、それによって進化すること、つまり「人と機械の共進化」の必要性を唱えた。これは、人間が自らの知的能力をツール(機械)によって増強するという意味で、「IA(Intelligence Amplification: 知的増強)」と呼ばれる。これ以降、UIの研究開発は「AI」と「IA」の二派に分かれて展開することになった(図表1)。

【図表1】UIの研究開発は、その初期に「夢見るAI」と「現実的なIA」の2派に分れた



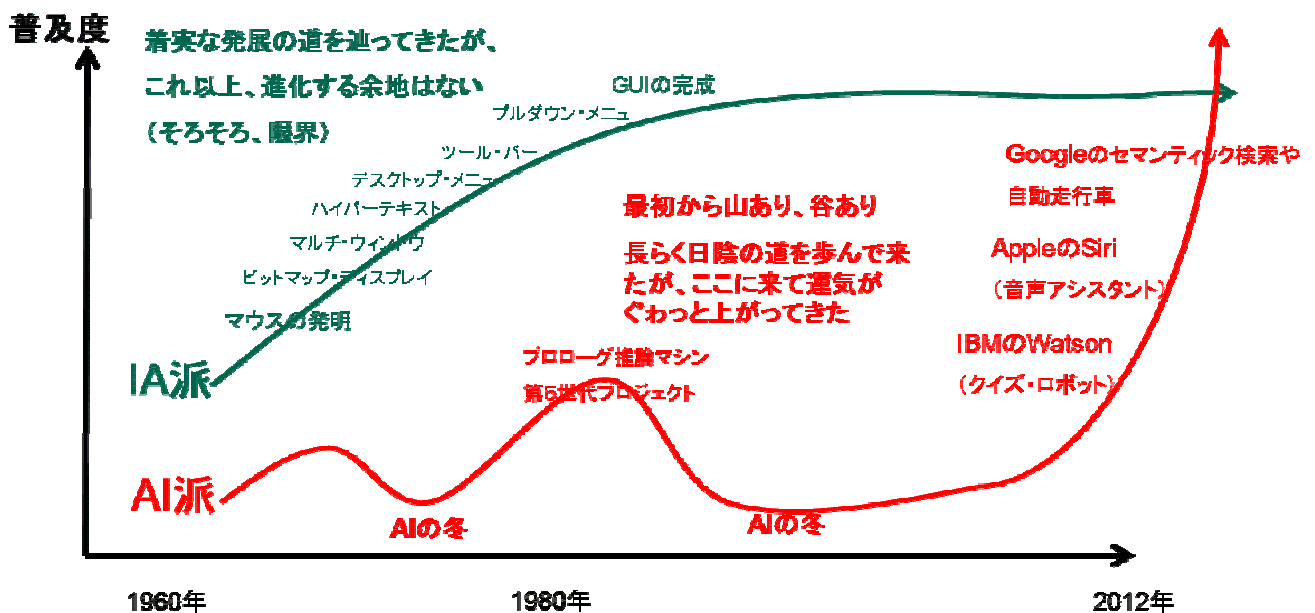
その後、IA派とAI派は対照的な道筋を辿った(図表2)。Engelbart氏が1963年頃に発明したコンピュータ・マウスを振出し、IA派の研究者達は「ビットマップ・ディスプレイ」や「マルチ・ウィンドウ」など着実に研究成果を積み重ね、最終的に「ツール・バー」や「プルダウン・メニュー」など、今日私たちがマウスとキーボードでコンピュータを操作する「GUI(Graphical User Interface)」の基本的枠組みが、早くも1970年代終盤には完成した。

またIA派の研究者たちは、超高性能の大型コンピュータを作るよりも、ワーク・ステーションやパソコンのような安く小型のコンピュータをネットワーク化する情報処理のスタイルを実践した。これは、その後のインターネットの普及やワールド・ワイド・ウェブの誕生を促すことになる。要するに我々が現在、日常的に行っている情報処理のスタイルは、IA派の研究成果によるところが大きいのである。

これに対しAI派は、最初から「山あり、谷あり」の険しい道のりを辿った。AI研究は1960年代に米国防総省から多額の予算が拠出されるなど、出足は良かった。当時、AI研究のリーダーの一人だった万能の天才Herbert Simon氏は、「今から20年後には、人間の知的活動は全て機械が行えるようになる」と楽観的な予言をした。しかし1973年に、著名な数学者のJames Lighthill氏が「(AIの代表とされる)自然言語処理やロボット工学などは、何ら実質的な成果をあげていない」と手厳しく批判。これを契機に、米国や英国におけるAI研究予算が大幅にカットされ、「AIの冬」と呼ばれる停滞期が訪れた。

しかし1980年代に入ると、産業各界の専門家が持つスキルや専門知識をソフトウェアで代替する「エキスパート・システム」がブームになるなど、AI研究は再び活発化した。この第2次AIブームは80年代半ばに、日本の通産省(当時)が主導した「第五世代コンピュータ」プロジェクトによってピークを迎えた。これは人間の頭脳を超える高度な推論能力や判断力を備えたAIの実現を目指していたが、ほとんど実用的な成果を上げることなく幕を閉じた。こうした事などからAIへの失望感が世界的に広がり、その研究開発は再び停滞期に入った。もちろん、この間も音声認識や自然言語処理などAIの基礎技術は地道な研究開発が続けられたが、AIがIT産業のキーワードとして語られることはなくなった。これが第2の「AIの冬」であり、以前の冬よりも長期に及んだ。

【図表2】 対照的な道筋を歩んだIA派とAI派だが、今、その立場が逆転しようとしている



#### 4 限界に達したIAと、ついに日の当たる道に出たAI

以上の歴史をまとめると、まずUIの研究開発は「夢見るAI」と「現実的なIA」の2派に分かれて進化してきた。そして、つい最近まではIA派が優勢で、その主たる成果であるGUIがコンピュータ、特にパソコン操作の標準として定着したと言える。

しかし本文の前半で列挙した様々な事例は、しばらく鳴りを潜めていたAI派が今、再び表舞台に出て来たことを示唆している。そこには「ムーアの法則」に支えられた半導体集積技術の絶えまない向上、あるいは「自然言語処理」と「機械学習」など異なる研究領域の協調などによって、AIを構成する要素技術が実用化に耐えるまでに進化してきたことがある。

その一方で、AIへのニーズが高まってきたことも大きな要因として挙げられるだろう。たとえばスマートフォンのようなモバイル端末の急速な普及である。屋外の慌ただしい環境で使われるモバイル端末は、パソコンのようにマウスとキーボードを使って操作することには無理がある。むしろ手を使うことなく、言葉でカジュアルに指令を下す「Siri」のような音声操作がモバイル端末には向いている（図表3）。つまり「人が機械に合わせるのではなく、知性を持った機械が人に合わせてくれる」というAI的アプローチが今こそ求められているのだ。

【図表3】なぜAI的アプローチが今、注目を浴びているのか



#### 5 現時点のAIの技術水準

では実際に、そうしたAIのビジョンを実現するための要素技術は現在、どのレベルにまで達しているのだろうか。たとえば音声認識技術に関しては、近年「隠れマ

ルコフ・モデル (Hidden Markov Model)」と呼ばれる確率理論の導入などにより、「静かな室内」のような理想的環境下では95%以上の認識率を実現したとされる。またAI全体のバックボーンである機械学習の技術は、「サポート・ベクター・マシン (Support Vector Machine: SVM)」と呼ばれる学習モデルの採用により、飛躍的な進化を遂げたと言われる。もっとも、この辺りの詳細は、素人が各種AI技術の専門家に尋ねても、ほとんど理解不能である。

が、彼らに共通している見解は、近年のAIのブレイクスルーには、実は上記のようなアルゴリズム上の進化と並んで、あるいはそれ以上に、ウェブ上に出回る大量のドキュメントなど、いわゆるビッグ・データが重要な役割を果たしているということだ。たとえばコンピュータのような機械が人間の言葉を理解する、いわゆる「自然言語処理」の領域では、研究者がウェブ上の大量のドキュメントをAIソフトウェアに読み込ませることにより、「パーサー (Parser)」と呼ばれる構文解析の技術が向上し、自然言語処理に必須の「オントロジー (ontology)」と呼ばれる一種の知識ベースも大幅に拡大したとされる。

このように「データ」で「アルゴリズム」を補うという姿勢は、最近話題の音声アシスタント「Siri」でも見受けられる。Siriは、Appleが2010年に買収した同名のベンチャー企業が開発した技術だ。既に、それ以前からSiriはApp Storeにアプリとして提供されており、ユーザーの間ではかなりの評判になっていた。2011年に発売されたiPhone 4Sでは、Siriをネイティブ機能として端末に組み込み、性能や使い勝手を大幅に向上させた。

Siriは元々、米国防省のDARPA (国防高等研究計画局) が資金を拠出した研究プロジェクトに端を発している。カリフォルニア州にある技術系シンクタンクのSRI Internationalが元請け業者として、この仕事を受注し、2003年に「CALO (Cognitive Assistant that Learns and Organizes)」と呼ばれる研究開発プロジェクトを立ち上げた。そこには全米の一流大学と研究機関から300名以上のAI研究者が参加した。その数年後、CALOからスピンアウトして起業したのがSiri社である。

CALOはAI史上最大の開発プロジェクトと言われるが、それほどの重要プロジェクトで培われた高度技術がSiriという製品に具体的にどう応用されているかは、詳らかにされていない。むしろSiriに関して、しばしば聞かれることは、それがウェブ上のビッグ・データに大きく依存しているということだ。

たとえばSiriに「自殺したいんだ」と打ち明けたら精神科クリニックへの道案内をしてくれたとか、「ミキサーで粉々にしてやる」と脅したらSiriが命乞いをしたとか、これまでブログや動画投稿サイトなどでは作り話も交え、可笑しい体験談が数多く紹介されている。この種のユーモラスな受け答えは、あらかじめユーザーからのあらゆる質問を想定し、アップルのエンジニアが用意したり、あるいは自動的にウェブ上のビッグ・データから掻き集められたものと見られている。

こうした方法はIT業界では「chatterbot (お喋りロボット)」と呼ばれ、古くは1960年代に米MITで開発された「ELIZA」と呼ばれるソフトウェアがその元祖と言われる。「お喋りロボット」という呼称から明らかなように、ELIZAはユーザーが何かを語



ると、それに対する何らかの（ときには若干気の利いた）答えを返してくれる。たとえば：

USER : I am tired.

ELIZA: Why are you tired?

USER: Because I worked too long yesterday.

ELIZA: Why did you work too long?

USER: I have so many things to do.

ELIZA: Maybe you should share them with somebody else.

...

これが延々と続く。上の会話から感じ取れるように、ELIZAはある種のパターン化された回答をあらかじめ幾つも記憶装置上に用意しておき、ユーザーの語りかけに対し、それらのパターンの中から最も適切と判断されるものを選んで語り返してくる。しかし、これは果たして「知性」、あるいは「知能」と呼べるようなものだろうか。少なくとも、ELIZAというコンピュータ・プログラム自身が何かを自発的に考えている、というのとは違うように思われる。

もちろん21世紀に登場したSiriは1960年代のELIZAより、アルゴリズム的にも実行速度や記憶容量の点でも、比較にならないほど進化しているはずだ。しかし根本的な仕組みが、「パターン化された回答の組み合わせ」であるとすれば、所詮は50年前の「お喋りロボット」と大差無いのではないか。Siriに対しては、そうした批判も投げかけられている。

これに対しSiriの擁護者は、「たとえそうであるにしても、ウェブ上のビッグ・データは『お喋りロボット』を一段高い次元へと引き上げるはずだ」と反論する。つまりSiriというプログラム自体が本当に何か考えているわけではないが、ウェブ上の無限のデータから集められた無限の回答が用意されれば、ユーザーのありとあらゆる質問やリクエストに対応できるようになる。実用的な視点から見て、それは人工「知能」と呼んでも差し支えないのではないか。そういう割り切った考え方（スタンス）である。が、その先に本当の知能が生まれるのだろうか。

Siriは特に米国で爆発的な人気を勝ち得ており、これに刺激されてGoogleも同様の機能をAndroidに実装した。あくまでも推測の域を出ないが、前述のような若干危ういスタンスの上に、少なくともビジネス的にはAIは長い冬を乗り越え、初めて本当の春を迎えたと言える。

**【執筆者プロフィール】**

氏名：小林 雅一（こばやし まさかず）

所属：KDDI総研

専門：メディア・IT・コンテンツ産業の調査研究

経歴：東京大学大学院理学系研究科を終了後、雑誌記者などを経てアメリカに留学。ボストン大学でマスコミ論を専攻し、ニューヨークで新聞社勤務。慶應義塾大学メディア・コミュニケーション研究所などで教鞭をとった後、現職。

主な著書：

『日本企業復活へのHTML5戦略』（光文社）

『スマートフォンのすすめ 手のひらのクラウドで未来を生きる』（ぱる出版）

『ウェブ進化 最終形 「HTML5」が世界を変える』（朝日新書）

『モバイル・コンピューティング』（PHP研究所）

『社員監視時代』（光文社ペーパーバックス）

『欧米メディア・知日派の日本論』（光文社ペーパーバックス）

ほか多数。