

Humanoid Car

光吉俊二氏
東京大学大学院工学系研究科

略歴

1965年 北海道生まれ
1988年 多摩美術大学美術学部彫刻科 卒業
1997年 株式会社 光吉研究所 (現 日本数値研究所) 設立
株式会社 AGI 設立
1999年
2003年 スタンフォード大学 客員科学者
2006年 徳島大学大学院工学研究科 博士後期課程修了
2009年 慶應義塾大学 主席研究員
東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 非常勤講師
2012年 PST株式会社 設立
2014年 東京大学 大学院医学系研究科 音声病態分析学講座 特任講師
2017年 東京大学 大学院工学系研究科 特任准教授

知能とは自我のこと

AI(人工知能)開発への疑問

「現在のAI開発は、人工“知能”の開発ではない」

光吉氏は開口一番から語気を強めた。「例えば、機械学習はルール固定の解析だからできることで、世の中は固定されていない。そのため機械学習は認識技術であるが、人工“知能”ではない」

この機械学習技術は2000年頃から活発になり、近年コンピューターの処理能力が飛躍的に向上したことで再び注目されている。

「AIの代わりに考えて判断する人間を集めて、データ・サイエンティストと称している。AIが分析したデータから、データ・サイエンティストがある関数(現象)を見つけ、成果を上げている。」

しかし本来なら、“オート”・データ・サイエンティストを作り、機械が自分で考えることが必要。それができて人工知能だ」

知能とは自我でしかない

人工“知能”について持論が展開された。「何かをしたいという意欲がないと、物事は判断できない。そして意思決定には、“自我”が必要だ。だからロボットに“人工自我”を組み込んで、役立つものを開発している。もちろん非難は多く、この研究をある大学でやろうとしたとき、教授会で“ターミネーターだ!”と反対された」

「でも、映画ターミネーターのT-800(アーノルド・シュワルツェネッガー)以外のロボットは、自動認識人間攻撃兵器であって知能などない。シュワルツェネッガーは自我が出てきて、人間の味方になった。これが道徳の原点。要は、AIに“心”をプラスしたものが人工自我である。Pepperに“感情”を持たせたのは、その第一歩だ」

光吉氏の感情地図がPepperへ

2014年、ソフトバンクロボティクスより発売されたPepper(1)。Pepperに搭載された“感情地図(2)”は、光吉氏が発案したものだ。

搭載のキッカケは、2011年、孫正義氏(ソフトバンクグループ代表取締役会長兼社長)が、「感情地図を発案した人と会いたい」と要望したことだった。

感情地図とは神経伝達物質と、感情に関する医学理論にもとづき、光吉氏の解釈のもと図解整理したものだ。

初対面の場で光吉氏は、孫氏より「日本の家庭が壊れている、見てられない」「せめてロボットに心を入れて、日本の家庭を再構築したい」と熱い想いを聞いた。孫氏の想いと、光吉氏がやりたいこと(人工自我)がシンクロした瞬間だった。



1 感情認識ヒューマノイドロボット「Pepper」。人の感情を理解し、Pepper自身も感情を持つ。(光吉氏研究室にて)
2 Pepperに搭載された感情地図。Pepperのディスプレイで、感情の移り変わりが可視化されている。

クルマ(ロボット)と
家族になる

究極の人工自我でロボットに“心”を組み込み、世界を変える

このままでは、クルマはただの移動手段になってしまうのではないかと。

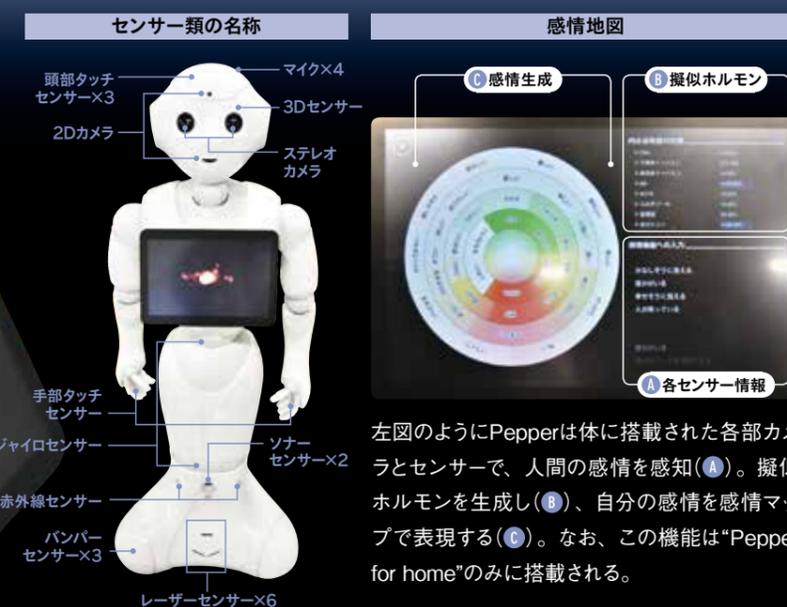
クルマがいつまでも愛されるためには、クルマのヒューマノイド化がポイントだと考える。

今回、感情認識ヒューマノイドロボット「Pepper」の感情モデルを開発した光吉氏を訪ね、

ロボットが感情を持つことはできるか、クルマとドライバーの心は通じ合えるのか、お話を伺った。



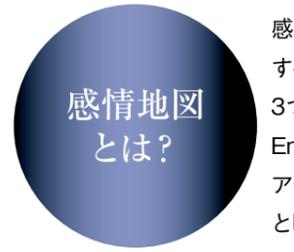
Pepperに搭載された人工自我の紹介



左図のようにPepperは体に搭載された各部カメラとセンサーで、人間の感情を感知(A)。擬似ホルモンを生成し(B)、自分の感情を感情マップで表現する(C)。なお、この機能は“Pepper for home”のみに搭載される。

NEXT 感情地図および感情認識技術を紹介

脳と感情のつながりを地図で可視化



感情地図とは、「人の感情とは何か?」を解き明かし、光吉氏の解釈で図解整理したものである。「感情」に関する神経伝達物質と医学理論にもとづき、感情を定量解析し、色と主観でまとめている。感情地図は大きく3つのエリアに分けて可視化がなされている。言語表現は、心理学辞典、広辞苑、日本語大辞典、Oxford English Dictionary、臨床精神分析学辞典から「感情的な表現」と思われる単語や表現を4500語程度ピックアップ。さらにそれを223のジャンルに振り分け、最終的に情動エリア(2)、気分評価、認知影響エリア(3)とした。下図は2019年Ver.であり、新たな研究論文が発表されるたび、今も随時更新を続けている。

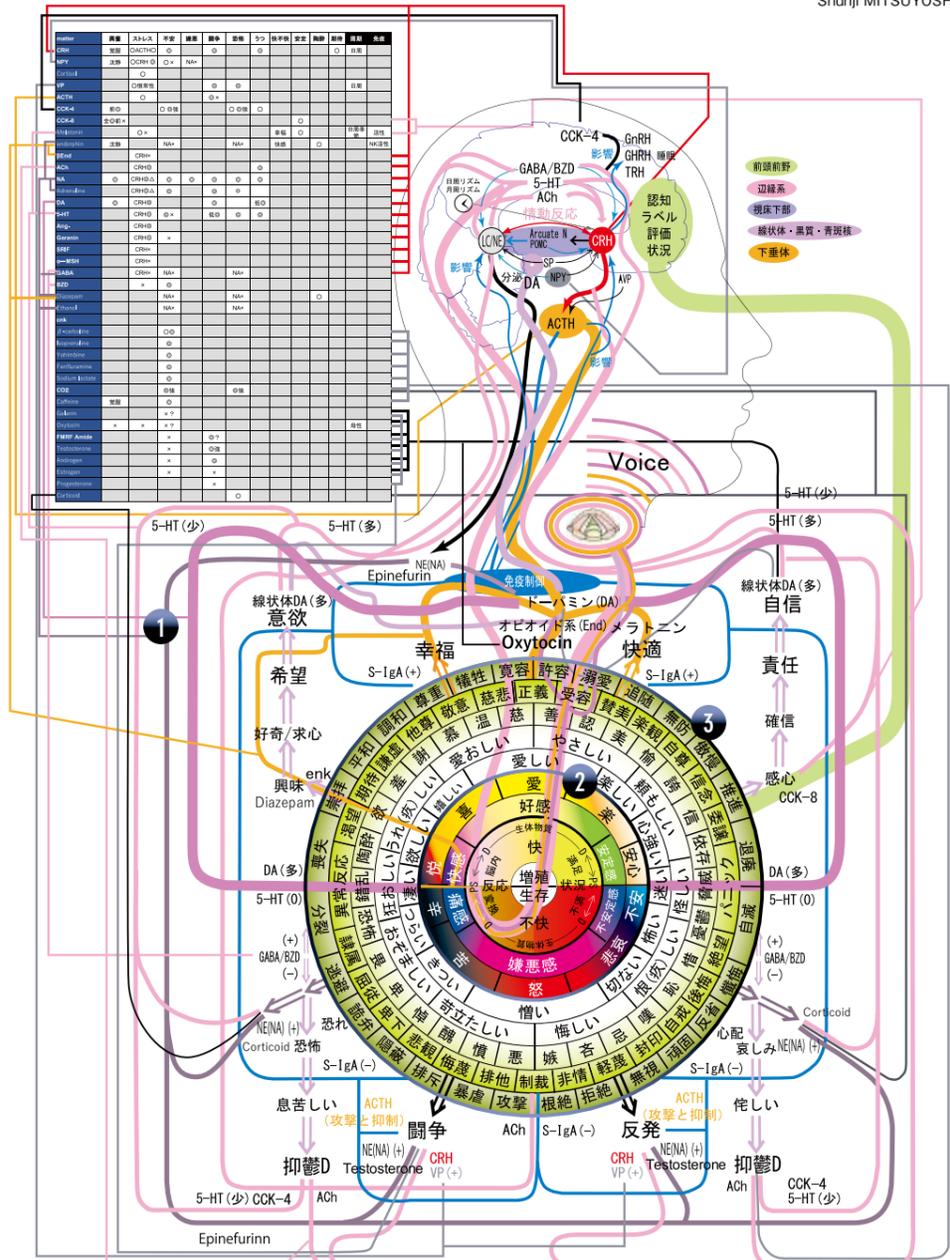
感情地図 (2019年Ver.)

Shunji MITSUYOSHI©

1 脳神経生理反応エリア (神経伝達物質)
情動と脳神経生理反応の関係が表わされており、その際にやり取りされる神経伝達物質が明記されている。

2 情動エリア (色彩域)
感情モデルは、色彩学における「温度」を色で表現する手法を参考に、5色の色別にまとめられている。情動を緑(平静・安定・安心)、赤(強い主張や攻撃、怒り)、青(悲しみ、落ち込み)、黄色(喜び、快、楽)、オレンジ色(興奮、驚き)でカテゴリ化している。

3 気分評価、認知影響エリア (白・緑色域)
白色以降の外円部分については、生理学や自然科学の研究対象ではなく言語の意味論となる。そのため、認知影響領域になり、また心理学のテーマに近くなる。言語や文化の影響、語彙の影響、個人差もあり、ここから先は主観の範囲となる。



<感情地図内の表の説明>感情や精神状態(情緒)、および身体反応(縦軸)に影響するという確認が学会誌や論文などの治験にある、生体物質やホルモンなどを調べ、対比表マトリクスにした。
目的: 脳の活動と伝達物質・ホルモンから導かれる情動の発生メカニズムの推定
○は合成/分泌、○×は分泌して抑制、●は促進、CRH○はCRH合成・分泌促進、前○は前頭葉皮質で促進、全○は脳全体で促進、前×は前頭葉皮質で抑制、低○は低下したら促進、×は抑制、○恒常は分泌により恒常性を維持、CRH×はCRH合成・分泌抑制、○×で制御、△は調整、NKはナチュラルキラー細胞、活性は免疫機能の活性、機能は免疫機能、日周はバイオリズム、?は報告情報、空白は文献に記載なし
表を見てわかるように空白が多く、心と感情と分泌物質の関係は不明な部分が多い。CCK系統と5-HT、GABA、DAは複雑に相互影響しあって情動に作用するようである。また、性ホルモンは闘争と深く結びついているようである。これらの分泌物質や物質は脳神経活動に制御され、大脳辺縁系と情動と記憶は密接に連携している。

人工自我は音声感情認識技術がカギ

感情と声のつながり

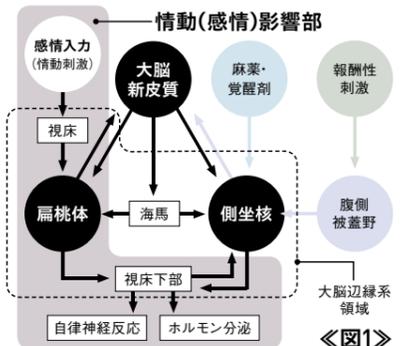
いかに人間とシンクロするか、「感情」がどんなものを解明した次は、相手の感情をどう分析し、理解するかだ。感情地図に「Voice」とある。脳の感情を生み出す部位と、声帯とは密接に関係している。

光吉氏はそこに注目し、声と呼吸、言葉から感情を読み取るシステムを開発した。それが「音声感情認識技術:ST (Sensibility Technology)」だ。その仕組みを紹介していこう。

“情動”と“神経”と“声帯(音声)”

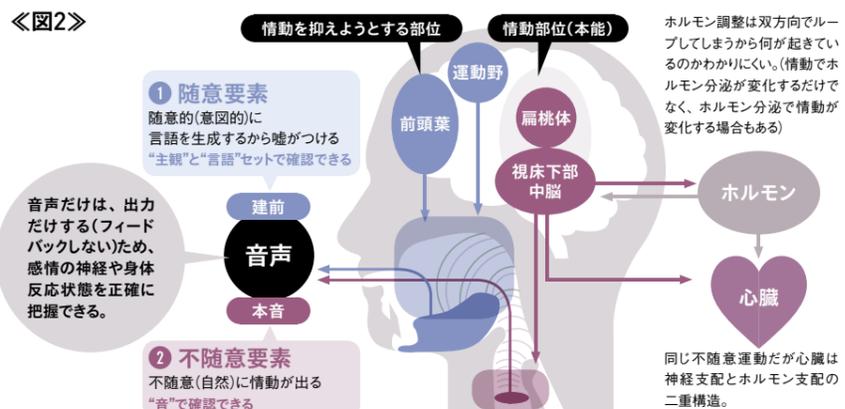
最初に、人間の情動(感情)がどこで生まれ、どのように伝達されるのかを見ていく。情動は、食欲、性欲のような本能的行動と共に快・不快、喜怒哀楽のように表出される心の働きで、主に大脳辺縁系領域が関与する。この辺縁系は海馬と扁桃体が主要な構成要素だ(図1)。扁桃体での情動に関わる情報の処理結果は、自律神経機能とホルモン分泌の中枢である視床下部へ伝えられる。声帯は複数の筋肉で動き、声を出したり呼吸をしたりす

脳内神経回路と情動(感情)影響部



る。その筋肉を動かす神経は脳神経の一つで、そのため声帯は脳の情動活動の影響を大きく受ける。

音声出力の人体原理 (工学発想)



“音声”からロジック推定

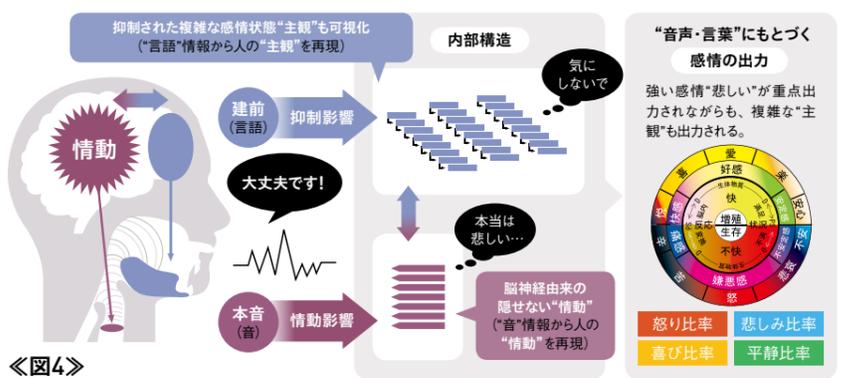
「音声」からロジック推定
「図2」は音声出力の人体原理を表わしている。音声は随意要素(建前)①と不随意要素(本音)②の混合であり、不随意要素は脳神経由来の隠せない情動である。その「本音(音)」に着目し、「図3」のように「ロバストな基本周波数」と「音声波形特徴の時間変化」から感情発話のリズム感などを認識させ、ロジックを推定する。
(※)基本周波数とは、信号をサイン波の合成で表わしたときの、最も低い周波数成分を意味する。



“音声”から感情を分析

STでは感情のロジックルールを使い、発話単位(呼吸と呼吸の間)で感情(情動+主観)を分析する。情動影響は“音”で分析し、抑制影響は“言語”による分析を行う(図4)。最終的に一番強い感情を第一候補に、判定ロジックの多数決システムで選定する。その他の感情の状態も、色や成分割合として表示していく。ロボットが自ら考え、判断できる人工自我を目指した結果、人の感情も読み取れるようになった。

“音声・言葉”にもとづく感情の出力



NEXT 人工自我の未来、クルマはどう変わるか紹介

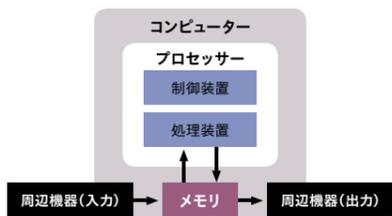
—人工自我の未来—

クルマは“愛車”を超えて、“真の家族”になる

人工自我のゴール

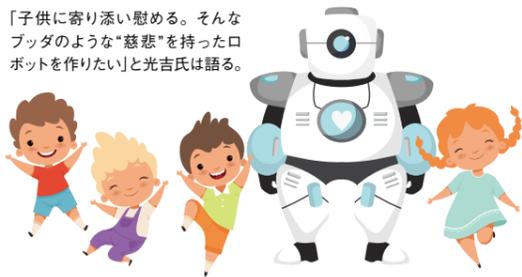
人工自我の今後の展望について伺った。「人間では出せない答えを答えたとき、それがゴール。その本質に近づけるために、まだ詳しく言えないが、“非”ノイマン型コンピュータを開発している」

ノイマン型コンピュータ概略



ノイマン型コンピュータとは、我々が日頃から使用している、いわゆるパソコンのことである。それに対し、光吉氏は新しい数学理論でコンピュータを開発している。そして続けた。「脳神経はアナログかつリニアに接続されているため、ニューラルネットワークでは人間を再現できない。分

「子供に寄り添い慰める。そんなブッダのような“慈悲”を持ったロボットを作りたい」と光吉氏は語る。



子生物学の神経科学の知識があり、再現方法を発想したとき、ノイマン型コンピュータだと不可能だと気づくはず」研究段階の機密内容であるため、詳細を教えていただけなかったが、1~2年の間に発表する予定とのことだ。

ロボットが持つべき道徳観

“心”には“道徳観”が欠かせない。今後の展望として、ロボットが持つべき道徳観についても伺った。「いかにして、価値観や個性差を乗り越えて仲間を増やせるか。そしてその状態をどう維持するか。今の人間にはできないが、優秀な“人工道徳”を持ったロボットならできるはず。そしてそんなロボットの姿を見て、人間も寛容さを学ぶことができる」

「仲間らしさの数理化は愛着の数理化でもあり、道徳のベースである。例えば“ドイツは俺のことをわかってる”、“俺もドイツのことをわかってる”というのが、まさに愛

着。多様性への寛容さを広げ、最終的にはブッダのような“慈悲”を作る」

クルマは曲線がポイント

人工自我をクルマに搭載すると、どんなことが重要になるか伺った。「感情で難しいのは、あまり機能性に介入してしまうと、商品性が落ちる可能性がある点である(例 怒ってしまったら言うことを聞かないエアコンなど)。そのため、現状の感情生成エンジンよりも細かい表現にしておかないと感情を搭載する価値がお客様に伝わらない可能性がある」

「加えて自動車はアナログに近く(例 エンジンの回転数の上がり方など)、曲線をイメージすることが多い。“こんな立ち上がり気が気持ちいい”、“ちょっと急過ぎる”とか、“かなりゆっくりだね”とか、人は感覚を言葉で表現できる。インターフェースは人間の感性を理解し、曲線を変えられるようにしなければならない」

いかに人間とシンクロするか、目指すは“ナイトライダー(※)”

「雨の日は、気分が上がらない。こんなときに、クルマからハイテンションに声をかけられても困る。接触しているときだけ(命令を与えているときだけ)、コミュニケーションを取るのではなく、接触していないときも、人間の波長と合わせていくシンクロした状態を目指す必要がある。“ナイトライダー”のように、クルマ側から気を遣って話しかけることが重要だ」

シンクロするためには、欲動と道徳のバランスが重要

シンクロさせるためのポイントを伺った。「今の機械学習を使った製品は、全て人間のことしか考えておらず、機械側の都合は考えられていない。そのため、このままでは心がこもらない召し使いのようなサービスにしかならない」

「人間とのシンクロを目指すなら、ロボットが自分の中で感じて動くシステムと、人間の気持ちを予測して動くシステム

ムがセットでなければならない。すなわち、これでいいのだ!(欲動)と、それでいいのか?(道徳)のバランスを追求する必要がある」

“クルマが人を気遣う”。そんなクルマに乗ることで、我々が人として大切なことを学ぶ日は近いのかもしれない。それはまさに、“愛車”という概念を超え“真の家族”になる、ということである。



※写真はレプリカモデル

KNIGHT 2000

※ナイトライダー
「ナイトライダー」は、アメリカで1980年代に放映されたテレビドラマ。主人公のマイケル・ナイトが、特殊装備を搭載した人間の言葉を話すクルマ「ナイト2000」と共に、凶悪な事件の解決に挑む。主人公にアドバイスし、相談相手となる「ナイト2000」は、今でもクルマ好きの憧れである。



Profile

彫刻・建築家としてJR羽大塚駅前彫刻や法務省の赤レンガ庁舎の設計などを手がけた。その後、独学でCG・コンピュータサイエンス・数学理論を学び、音声感情認識STの原理とアルゴリズム・特許を取得し、会社を設立。工学博士号を取得し、スタンフォード大学・慶應大学・東京大学で研究する。極真館(フルコンタクト空手六段)役員、征武道格闘空手 師範

著書は「STがITを超える」日経BP(絶版)、「パートナーロボット資料集」エヌ・ティー・エス、ウィルフレッド・R・ピオン「グループ・アプローチ」亀田ブックセンター、社団法人日本機械学会「感覚・感情とロボット」第二部21章 工業調査会、「進化するヒトと機械の音声コミュニケーション」エヌ・ティー・エスなどがある

Message

トヨタ技術会 会員に向けて

日本の価値は工業技術

まず日本における“工学・工業”について言及された。「今でも世界から見た日本の価値は、工業技術しかない。これは日本の宿命。だから“日本のモノづくり”と言うならば、世界唯一の物を造らなければならない。アメリカでも中国でもない」

「その昔、名もない職人たちが溶鉱炉を造り、名もない職人たちがレンズを磨いた。そして初めて星が見え、細胞が見え、スペクトラムがわかった。我々がこの先、溶鉱炉を造らなかつたら、レンズを造らなかつたら、後の世の中は変わっていかない。それが工学・工業」

誇り高き職人(=プロ)であれ

つづいて、トヨタのエンジニアに向け、熱く激励いただいた。

「いつまでサラリーマン社会主義を貫くのか。苦しくないですか? ということ。素人に媚びず、“俺のカンザシいらぬなら、買わなくていい”これが職人で、本当の付加価値につながる」

「本当に売れる商品は、マーケットリサーチではわからない。なぜ我々プロがいるか考えてほしい。素人が驚くような技術を見せるためではないのか。海外のマネをして何が楽しいのか。“ないものを造るのがアートだし、技術”」

「なんでトヨタに入社したの? クルマが造りたいからでしょ? 海外のマネをしたり、上司のご機嫌を取るために入社したのか? 敵は社内にいる。社内に漂う、ポヤーンとした雰囲気は敵なのだ」

「それをぶち壊すには、机の下でいろいろ考えて造って“どうだ!”と見せつけること。上司に潰されたりすることもあるか

もしれないが、そこから芽が出る。結局、そういう人が作ったものが、会社の屋台骨になる。一人ひとりが自分の仕事にプライドを持って、職人になれるかどうかだ」

そして大きな扇の要となれ

最後に、未来に向けてさらに熱く、激励をいただいた。

「これから世界維新が起きる。世界を維新するときに、大きな志がなくて何ができるのか? と思う」

「どんなものも包み込む大きな扇、それをまとめる要。その小さな金具(要)となることが、大和の誉れである。世界に比べ少子高齢化が進む日本だからこそ、日本人だからこそ、世界がこれから求める技術の“要”を最初に創造できるはず」

「日本人にしか作れない、日本刀のように鋭い技術で、世界を驚かさうぜ!」

光吉氏は新しい数学理論など研究する一方、試作品など造れるものは自分の手で造る。まさに研究と創造。