（第 149 回）神奈川研究会議事メモ

開催日	2024 年 1 月 9 日（火）	出席者 敬称略	西村二郎・大谷宏・山崎博・持田典秋・猪股勲・宮本公明・神田稔久
時間	15 時—17 時		
場所	かながわ県民センター704 会議室		
技術課題	AI を育んだ Moore の法則と PostMoore の IT（西村）		
内容	AI を育んだ Moore の法則と PostMoore の IT ＊コンピュータの記録装置として重要な役割を果たしてきた HDD の記録密度向上の足跡 ＊コンピュータの性能向上の足跡 ＊AI を育んだ Moore の法則 ＊PostMoore の IT：AI チップ、量子コンピュータ ＊量子コンピュータ ・ファインマンとドイチェによる可能性の指摘 ・素因数分解への適用 ・現実的展開：アニーリング方式、QPU ＊ラピダス位置付け		
発表者 コメント	発表者からのコメント 量子コンピュータについては、重ね合わせを利用して並列計算を行うので，古典コンピュータを遥かに上回る高速コンピュータが出現すると思っていました。ハード的にも、超低温のコンピュータが既に実用段階に入り始めているという認識でした。しかし、先月の猪俣発表で認識を新たにしました。黎明期を迎えたところというのが実態ではないでしょうか。 私はコンピュータと密接な関係がある HDD 業界で 10 年余、ディスク製造を担当してきました。この際、身を以って体験した Moore の法則の効用、追随するための技術開発を振り返りながら、Post Moore のコンピュータ等がどうなるかフォローしてみたいと思いました。しかしながら、量子コンピュータはもとより量子力学の素養も不十分なので、険しい道程です。しかし、技術系のシニアとして避けて通れない道なので敢えて挑戦しました。シニアは加齢により解析力は失いつつありますが俯瞰力は増しています。細部はともかく、本質だけは理解したいと思っての挑戦でした。その結果、ハード面、ソフト面とも、量子コンピュータは大きな可能性を秘めたイノベーションだという印象を抱きました。一方、日本再生の期待を担って船出したラピダスの構想が Moore 末期の半導体 IC しかないことに「懸念」を抱きました。 前々回の山崎さん「デジタルツイン」、前回の猪俣さん「量子コンピューターの最近の動向」に続いたつもりです。 （補足コメント） ① 私の出身会社は失敗しましたが猪俣さんがフォローされた富士フイルムの磁気テープ事業には化学工学的手法のエッセンスが詰まっていると思いました。②フラッシュメモリーを発明した舛岡さん（東芝→東北大教授）の偉大さを改めて感じました。③これからの技術進歩には DX 技術は不可欠です。量子コンピュータの化学工学・社会工学への応用に関して、具体的イメージを掴みたくなり、山崎さんに続いて「実践的理解」に役立ちそうな東野仁政さんの著書を注文しました。		

参加者等 コメント	参加者および会員からのコメント ・西村さんの 10 年間の HDD 開発史とそのご苦労を、歴史小説を読んでいるような思いでお聞きしていました。10 年間 Moore の法則に追いかけられ、ナノオーダーに切り刻む戦いに、自らも心身を切り刻まれる思いだったであろうと想像しています。 ・それにしても、昭和電工（現レゾナック）さんとは不思議な会社で、HDD への取り組みもそうですが、他の総合化学会社とは異なる路線を歩んできていますが、その DNA はどこにあったのでしょうか？また、それを後輩たちは引き継いでいるのでしょうか？ ・私は、このようなマインドが、イノベーション創成能力につながるように思いますが、何故、日本に根付かないのでしょうか？弥生時代の頃からの中国からの文字・宗教・多くの技術の導入の歴史が、民族の習い性となってしまったためなのでしょうか？ ・量子力学の基礎方程式であるシュレディンガーの方程式の概説を眺めていました。ハイゼンベルクやド・ブロイも出てきて、概念的理解すら覚束なくなってきました。 ・きちんとした理解のためには、量子力学と数学の知識が決定的に重要であることが分かり、大学時代の G.Barrow の「Physical Chemistry」を教科書に使った授業を思い出しました。30 人のクラスで 29 人が再試験になったことがあり、その頃から自分も同期の連中も量子力学が苦手だったことを思い出しました。（神田稔久） 宮本公明 ・昭和電工の HDD ビジネスのお話を興味深くうかがいました。興味があったのは、ある製品が新たなテクノロジーによって別の（延長線ではない）進化を始めることです。よく引き合いに出されるのが長岡のレコード針ですが、デジタルカメラの出現もまさにその一例でした。 ・写真業界に40年もおりましたので、ソニーがマビカを発表し、80 年代後半にはカシオやフジフイルムが CCD を使ったカメラを発表して、以後どんどん画素数が向上するにつれ、自分の仕事はどうなるかと心配していました。そのなかで、70年代から富士もEKにならって CCD の開発をすすめていたのは、あとで知ったのですが、よかったとおもいます。 ・このような破壊的進歩はどこにでも起こりうることで、守りの経営だけではいずれ破綻がきてしまうということを学ばないといけません。次月は、昨年の報告で取り上げた電気自動車について考察したいとおもいます。この例も従来の自動車産業がテスラや BYD といった新規参入組に取って代わられつつある新テクノロジーによる変革です。 ・量子力学については、昔、波動方程式については勉強しましたが、いまだその応用には頭が付いていってません。とりあえず、自動車の自動運転で大量に必要な GPU がどうやって並列計算を実行しているのかから勉強したいのですが、時間が足らないので、間に合わなかったらごめんなさい。 （大谷　宏） ＊私は、つい最近まで、昭和電工は化学系製品の製造企業であると認識しており、HD独立系メーカーとして日本最大の企業であるなどとは全く知りませんでした。まして。西村さんが、HD 製造事業を昭和電工の有力な収益部門の一つにまで育てあげられたという功績についても全く存じ上げませんでした。大変素晴らしいことで、今回のプレゼンテーションにも大きな感銘を受けました。西村さんの時代の要請を見抜く鋭い観察眼と様々な障害をもものともしない強い意志と的確なリーダーとしての能力が、成功の要因であったと拝察いたしました。 ＊考えてみれば、戦後日本社会では、松下幸之助、本田宗一郎、盛田昭夫等の先見性と実行力を有する製造産業界の英傑が次々と現れ、戦後の荒廃した我が国工業を一気に立て直し、世界のトップにまで引き上げてくれました。しかしながら、80年代以降、の日米貿易摩擦が激化する中で、日本の産業界からは嘗てのような活気は失われ、製造産業からは次第に的確な技術的洞察力と強いリーダーシップ能力を有する人材は消えて行き、やがて、「日本経済の失われた30年時代」に入っていったのだと思います。 ＊しかし、西村さんの事例は、我々に大変勇気を与えてくれます。21 世紀も凡そ四半世紀が過ぎ、今、世界は量子コンピュータだけではなく、核融合発電とか宇宙開発など全く新しい分野での技術開発と産業化が求められる時代に突入しております。失われた30年の中で人口が大幅に減少している現行の日本が再び勢いを取り戻し、世界のリーダー国となるため

	には、時代の先を見越しす事の出来る優れた技術的洞察力とともに強いリーダーシップを発揮できる有能な人材を如何に育成していくかが、喫緊の課題であると考えます。 （持田典秋） HDD の歴史で言えば、私の知人にソニー、IBM、日立、Western Digital を 30 年以上にわたって携わって来た人がいます。彼の話では、次々と事業を統合し、その都度会社を異動してきたようです。 そのような激しい競争の社会で昭和電工が踏ん張ってきたのは、西村さんに追うところが多いのではないでしょうか。 私は、この様な微細な世界ではなく、トン幾らのプラント建設に携わって来たので、未知の分野であり、ただただ驚くばかりです。 それでも、最近あまりにも私のPC の立ち上がりが遅く感じられたので、色々と調べHDDと同じサイズのＳＳＤを購入し、ＨＤＤの中の今までのファイルを丸ごとＳＳＤにコピーして立ち上げたところ、まるで新品の時の様に早くなりました。かかった費用は￥13,000 程でした。 （山﨑　博） 今回の発表では、1990 年代から 10 年間に、どのように記録密度を上げるイノベーションがなされかがその渦中にあった西村さんから直接お聞きする機会があり勉強になりました。HDD はムーアの法則に従って記録密度が2年毎に2倍に伸びている典型的な製品とのことで、競合各社とのビジネスの厳しさ難しさを、当事者の立場から話されたが印象的でした。 なお、Google 検索で“ムーアの法則”と“HDD”を入力すると、西村さんの「ハードディスクとムーアの法則」の資料が 1 番に表示されます。今回の発表の元になった西村さんの原論文がネット上でみられますので、お読みになることをお勧めします。 量子コンピュータについては、「ビット」に代わって「量子ビット」で情報を処理するコンピュータと言われています。量子ビットにおいては、例えば「0」が北極、「1」が南極のようなもので、量子ビットは北極と南極以外にも地球上のあらゆる場所に存在でき、量子ビットが赤道上にあった場合、その量子ビットは「0」の可能性が 50%、「1」の可能性が 50%と表現され、地球上のあらゆる場所を同時に計算に利用するというのが量子ビットの発想のようです。 量子コンピュータは特定の得意分野があり、その分野に対して具体的なハードウエアの構成と個々の問題に対して解法、更にエラー修正をどうするのか等が当面の研究課題のようです。超伝導方式は絶対温度が0度に近い条件が必要な量子コンピュータのため、大きな冷却装置が必要となり、冷却装置のコンパクト化も今後の大きな課題です。 このように量子コンピュータはまだ実験段階であり、IBM が 2023 年に 1121 量子ビットを達成しましたが、量子ビット数は実用化には 1000 万量子ビットが必要とされ、ムーアの法則で量子ビットが増やせたとしても、単純計算では実用化に今後 26 年かかることになります。 量子コンピュータの得意分野の一つに考えられるのが組み合わせ最適化問題と言われています。量子現象に着想を得てデジタル回路で組合せ最適問題を高速に解く新たな計算機アーキテクチャー（デジタルアニーラ：FUJITSU Quantum Inspired Computing Digital Annealer）を富士通がインジングモデルを用いて開発しました。「富士通テクニカルレビュー」によれば、電力会社（中部電力）の電柱、電線の建設・保守の応需計画における作業要員のスケジュールの最適化問題にデジタルアニーラを適用しその有効性を検証したとしています。この他にも、日本郵船のフロアー数１２階の自動車専用船の積み付け計画作成業務の効率化では、ベテランのプランナーが1隻あたり 6 時間を要していた数千台の自動車の積み付け計画作成作業を約 2.5 時間に短縮できることを実証したと報じています。また、東レと富士通研究所の共同研究で、タンパク質の側鎖配座の最安定構造の予測は側鎖の構造の組み合わせが膨大で、これまでの汎用コンピュータでは諦めていた規模のタンパク質に対してデジタルアニーラで答えが得られた、としています。更に物流モデルを用いて全国の物流最適化問題への適用を考えているようです。更なる適用分野の拡大に期待したいと思います。 なお、量子コンピュータのアルゴリズムについて前から知りたいと思い適当な本を探していましたが、これにぴったりの、東野仁政著「量子コンピュータの頭の中～計算しながら理解する量子アルゴリズム」（技術評論社 2023）という本を見つけたので勉強中です。

	（猪股　勲） 西村さんの HDD 業界の歴史に関する深い考察に大変興味深くお話を伺いました。私の所属していた三菱ケミカルも、SDK と同様情報産業の将来性に着目して、素材の専門性も生かせるディスクの製造に着手し、フロッピーディスクから、HD まで事業として展開していた会社ですが、ご説明のあった業界の要求するビットコストの急激な低下についていけず、撤退しています。そうした中で、SCK さんが、適切な時期に適切な設備投資もし、現在も事業を続けている事に感動しました。又、ディスカスの中で、宮本さんの富士フィルムのフィルムへの塗布技術という得意技術を極めて、磁気テープの世界で高い地位を維持している事にも、こうした変化の激しい業界の中で、己の持っている強みを正しく判断し、いかに適切な技術戦略を建てる事の重要性を改めて、感じました。 小生の量子コンピューターに関するつたない先月のプレゼンについても、的確なフォローを頂いた事にも感謝しております。
幹事会報告	特にありません。
今後の予定	2 月　宮本氏　リモート方式 3 月　大谷氏　リアル方式 4 月　松村氏　リモート方式 5 月　見学会 6 月　神田氏　リモート方式 7 月　持田氏　リアル方式 8 月　山崎氏　リモート方式 9 月　猪股氏　リアル方式 10 月　見学会 11 月　西村氏　リモート方式
次回日程	１．日時　2024 年 2 月 13 日（火）15 時～17 時 ２．方式　リモート方式 ３．技術課題　宮本氏提供
次々回日程	１．日時　2024 年 3 月 12 日（火）15 時～17 時 ２．方式　かながわ県民会議室 ３．技術課題　大谷氏提供