

5. 東海支部

5.1 東海地域の機械工学・工業 10 年

東海地区は自動車を中心とする産業活動が非常に活発で、愛知県の製造品出荷額は 43 兆円を超え（2014 年）全国 1 位である。この額は 2 位の倍以上の額であり、東海地域がものづくりの集積地であることは明らかである。これらに関連した東海地域での代表的なトピックスには、トヨタ自動車が 2014 年 12 月に水素を燃料とする燃料電池自動車 MIRAI の販売開始、2015 年 11 月初めには中間決算で営業利益が約 1 兆 6 千億円で過去最高を記録、三菱重工は 2015 年 11 月に MRJ の初飛行、商業衛星の打ち上げに成功などが挙げられる。その他、工作機械、セラミックス製品、半導体、通信機器、電動工具、ガス機器、製鋼等の工業製品の出荷も堅調で、盤石の強さを誇っている。IoT やビッグデータ解析に関連して、東海地区でも自動運転に関連したニュースが増え、その開発は世界規模での競争が行われている。

21 世紀に入って、16 名のノーベル賞受賞者が日本にはおられるが、そのうち 6 名が名古屋大学関連（野依、小林、益川、下村、赤崎、天野先生）で、さらに岐阜県にあるカミオカンデによるニュートリノ観測に関連した研究で受賞された小柴、梶田先生、岡崎市の基礎生物学研究所でのオートファジーの仕組みの解明に関する研究成果で 2016 年に受賞された大隅先生など、東海地域に関連した方々の受賞が非常に多い。赤崎先生、天野先生らが受賞された青色 LED の開発は LED に 3 原色を与えると同時に、省エネルギーや照明の小型化への貢献が非常に大きく、この地域の産業の発展にも大きく寄与している。カミオカンデによるニュートリノ観測には浜松ホトニクス製の光電子増倍管の開発が非常に重要であったことは言うまでもない。

[新美 智秀 名古屋大学]

5.2 東海地域の機械産業 10 年

5.2.1 時代の先端技術を開発する自動車工業

自動車工業は東海地域の経済の中心であり、トヨタ自動車やスズキをはじめ多くの自動車関連企業の本社や工場、研究開発機関がこの地域に集積している。ここでは自動車に求められる環境や安全に関する先端技術の開発が行われている。

環境技術に関しては、CO₂削減が世界的な課題となっており従来の内燃機関からの排出ガス削減に加え電気モーターを組み合わせたハイブリッド技術、さらに外部充電機能を加えバッテリーを大型化することでより電気のみでの走行距離を増やしたプラグイン・ハイブリッド技術、完全に電気だけで走行する BEV 技術等により、自動車から排出される CO₂が限りなくゼロに近づいてきた。

さらに 2014 年 12 月にはトヨタ自動車より水素を燃料とした MIRAI が、世界初の量産燃料電池車として発売された（図 1）。この燃料電池車は CO₂排出がゼロであるばかりでなく、BEV で課題となっている航続可能距離や充電時間（燃料電池車では充填時間）がほぼ通常のガソリン車並みとなっており、今後の普及が期待されている。但し、現時点では水素スタンドの数が限られており、今後の水素インフラ整備も燃料電池車の市場拡大のカギとなる。

一方、安全技術に関しては、2010 年代よりミリ波レーダーやカメラにより前方のクルマや歩行者を検知し警報や自動停止を含む事故回避を支援する衝突被害軽減ブレーキや、超音波センサーにより車両周辺の障害物を注意喚起する周辺ソナー、さらにはペダル踏み間違い時に加速を抑制する装置等、クルマがドライバーの運転を支援する様々な安全技術が市販車に織り込まれている（図 2）。将来的には人間ではなく人工知能によりクルマが走行する完全自動運転のレベルを目指して、各社がしのぎを削っている。この安全技術を支える様々なセンサー類も、この地域にて開発・生産されている。

さらに安全走行を支援するための情報提供技術として、クルマとクルマもしくはクルマとインフラ側との通信技術の開発も進められている。



図1 燃料電池車 MIRAI (提供：トヨタ自動車株式会社)

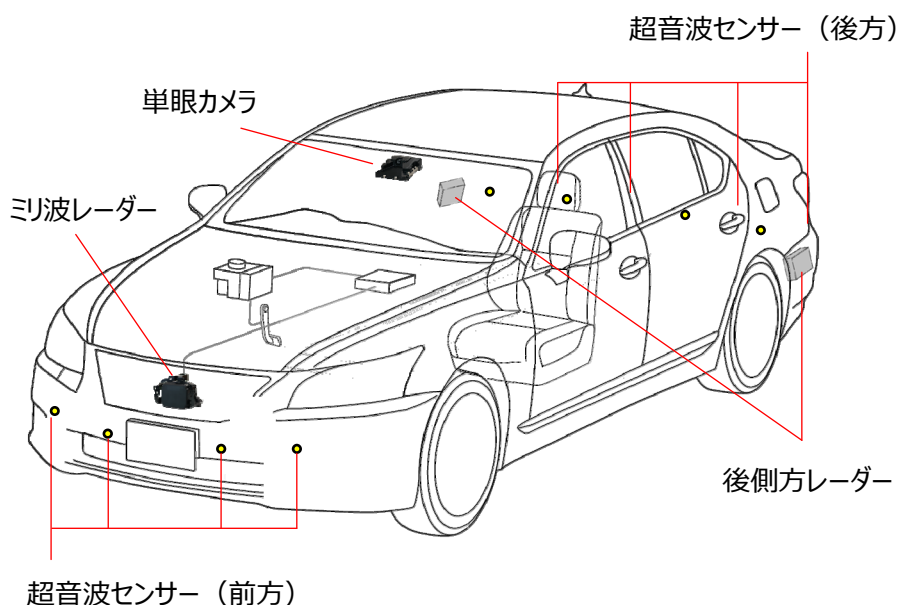


図2 予防安全 運転支援システム (提供：トヨタ自動車株式会社)

[丹家 明人 トヨタ自動車 (株)]

5.2.2 躍進を遂げる航空宇宙産業

民間機では、機体構造の約 50%に複合材を適用した中型機ボーイング 787 が、2011 年に型式証明を取得した。三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、(株)SUBARU といった日本企業が、機体構造の主要部位である、主翼や胴体等の生産を担ったことで注目を集めた。また 2015 年には、三菱航空機(株)が、YS-11 以来 40 年ぶりに開発する国産ジェット旅客機 Mitsubishi Regional Jet (通称 MRJ) の初フライトに成功し、その後型式証明取得のため日本と米国で飛行試験が行われている (図 3)。

防衛航空機の開発においては、2 機同時開発となった次期固定翼哨戒機 P-X (後に P-1) 及び次期輸送機 C-X (後に C-2) が、それぞれ 2007 年及び 2010 年に川崎重工業(株)にて初飛行した後、量産に移行した。また、将来機に適用するステルス性や高運動性に関する技術を検証する先進技術実証機 ATD-X (後に X-2) が、2016 年に三菱重工業(株)にて初飛行に成功した。

H-IIA ロケットは、2016 年度に打上げられた 33 号機をもって、2005 年より連続 27 機の打上げ成功を達成した (成功率 97%)。H-II B ロケットによる国際宇宙ステーション ISS への物資補給機「こうのとり」も、2009 年から 6 機の打ち上げがすべて成功し、科学分野の発展において国際貢献を果たしている (図 4)。打

上げ能力向上とコスト削減を目指した新型基幹ロケット H3 は、2013 年に開発着手が決定され、2020 年の試験機 1 号機の打上げを目指している。

日本の高い技術力と信頼性を世界に向けて発信し、その存在感を示したとともに、我が国の航空宇宙産業の拠点として、東海地区が大きく注目を集めた歴史的な 10 年であったと言える。



図 3 開発中の国産ジェット旅客機 MRJ⁽¹⁾



図 4 H-2B ロケット⁽²⁾

〔長井 謙宏 三菱重工業 (株)〕

参考文献

(1)三菱航空機(株) ホームページ <http://www.flythemrj.com/j/media/> (参照日 2017 年 3 月 21 日)

(2)JAXA (宇宙航空研究開発機構) ホームページ

<http://www.jaxa.jp/projects/rockets/h2b/> (参照日 2017 年 3 月 21 日)

5.2.3 高性能・高機能・省エネ化が進む産業機械

東海 3 県（岐阜，愛知，三重）の製造品出荷額は、2016 年経済産業省「3 大経済圏比較」⁽¹⁾より、この 10 年で東京圏（埼玉，千葉，東京，神奈川）を抜き、現在トップを維持している。さらに、静岡を加えると製造品出荷額は例年東京圏の概ね 1.4 倍となっている。その牽引役は前述の自動車産業や航空機産業であり、これらの生産を支える工作機械やプラスチック製品，ゴム製品など周辺の産業機械の競争力も高く、全体として東海地域の製造業を支えている。

また、2016 年経済産業省「中部経済のポイント 2016」⁽²⁾でみると、東海地域の特色として、一般機械，繊維工業も高性能化・高機能化・省エネ化を進め、ここ 10 年間高い出荷額を維持している。一般機械では、例えばフォークリフトの電動化が進み⁽³⁾，エレベーターは世界最高速を達成⁽⁴⁾（図 5），換気扇の小型・省エ

ネ化も進んでいる⁽⁵⁾。また、繊維機械では、針と糸を使わず布の貼り合わせを行うシームレス縫製機⁽⁶⁾（図6）や多量の空隙を生じさせる新工法で肌触りの良さや吸湿性を実現した特殊撚糸⁽⁷⁾などユニークな発想で高機能化を進めた装置が製品化され、東海地域全体としての産業機械の競争力を底支えしている。また、東海地域は歴史的に陶磁器・セラミック製品が多く、現在もガスセンサ素子やセラミックフィルタ、碍子などの全国シェアが高い。

この10年の出荷額の傾向から、東海地域は今後も輸送用機械を中心に伸びていくと想定され、この分野で進む革新技術と東海地域の特色のある産業で培われた技術が融合し、産業機械全体として今後も発展していくことが期待される。

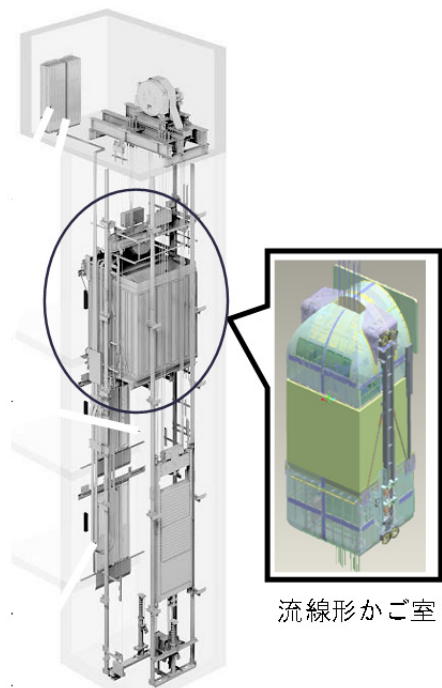


図5 高速エレベーター構造例(三菱電機)
高速走行時の風切騒音を低減するため、かご先端形状を流線形化



図6 シームレス縫製機 ボンディングマシン
(ブラザー工業)
針と糸を使わず、接着剤の塗布と布の貼り合わせを同時に実施

[湯村 敬 三菱電機 (株)]

参考文献

- (1) 東海経済のポイント2016（3大経済圏比較），経済産業省 中部経済産業局
<http://www.chubu.meti.go.jp/a51chosa/data/point-3hikaku-2016.pdf>（参照日 2017年3月25日）
- (2) 中部経済のポイント2016，経済産業省 中部経済産業局
<http://www.chubu.meti.go.jp/a51chosa/data/point-chubu-2016.pdf>（参照日 2017年3月25日）
- (3) (株)豊田自動織機 ニュースリリース：トヨタ L&F が新型 1.0～3.5 トン積電動フォークリフト「gene B（ジェネビー）」を発売」（2016年11月17日）
<https://www.toyota-shokki.co.jp/news/release/2016/11/17/001635/>（参照日 2017年3月25日）
- (4) 三菱電機(株) ニュースリリース：「最高速・最長昇降行程エレベーター」としてギネス世界記録に認定」（2016年12月9日）
<http://www.hq.melco.co.jp/prd/0pen/release/2016/12/161209-b1614.pdf>（参照日 2017年3月25日）
- (5) 三菱電機(株) お知らせ：「小形誘導モータの横流れ電流を低減する加工法の開発」が第63回（平成28年度）「大河内記念技術賞」を受賞（2017年3月15日）
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/notice/2017/0315/0315.pdf>（参照日 2017年3月24日）
- (6) ブラザー工業(株) ニュースリリース：ボンディングマシンの意匠において「平成26年度全国発明表彰 発明協会会長賞を受賞」（2014年5月29日）
http://www.brother.co.jp/news/2014/140529_hatsumei/index.htm（参照日 2017年3月24日）

(7)経済産業省 「第5回ものづくり日本大賞」HP：「繊維間に微細な空間構造を形成させる撚糸工法の開発」 浅野撚糸(株) (2015年9月13日)
http://www.monodzukuri.meti.go.jp/backnumber/pdf/TheMonodzukurNipponGrandAward_5rdwinners_j.pdf
(参照日 2017年3月24日)

5.2.4 システム製品

東海地区における産業活動，とりわけ当地における自動車や航空宇宙産業は過去10年来，世の中が求める，しかも社会にインパクトを与える多くの技術や製品が紹介され，産業技術の獲得がこの地の経済の活性化に寄与してきた．特に自動車，航空宇宙分野はそのすそ野の広さから，強固な産業基盤を構成すると同時に我々の日常生活の質向上に大きく寄与し，更には日本発の品質の高さは，世界が認めるトップレベルの座を獲得して来た．

しかしながら，(図7)に示す日本の国内総生産(GDP)の推移を見ればその低調傾向は明らかであり，1991年のバブル崩壊を機に停滞状況に陥り，更には2008年のリーマンショックによって大きな落込みを見た後，やっとこの数年でリーマンショック前の水準である500兆円規模に回復したものの，新興国の台頭からその活性度は依然として弱含みと考えざるを得ない状況である．

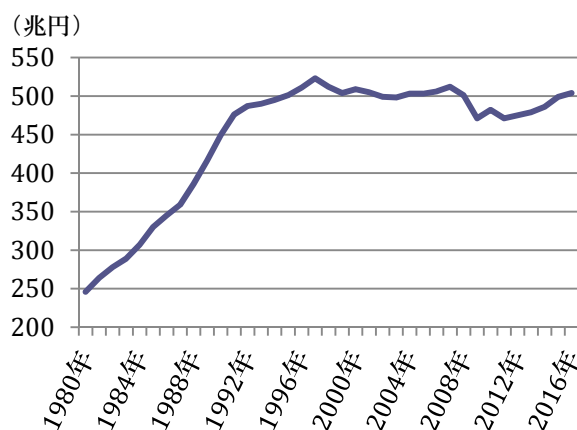


図7 内閣府提供の国民経済計算(GDP統計)に基づきグラフ化⁽¹⁾

科学技術の進歩の領域においては，その進歩が速く流れるのに連動して，次々に新しい話題が表舞台に現れ，流行語となつては我々を惑わしてくれる．最近では，「IoT」(Internet of Things)，「CPS」(Cyber Physical Systems)，「ビッグデータ」がキーワードであり，先進諸国ではこれらのキーワードの領域を中心に国の機関が戦略を立て，産官学を巻き込んだ技術開発計画を立て，製造技術の確立に大きく動き出してきている．この流れと同じような状況が1980年代初頭の米国にもあり，プロパテント政策の強化と日米構造協議を生み出し，米国の製造業の復活の契機となった．この数年，先進諸国が製造技術の確立に国として再始動をする中，我々国内の製造業も諸外国に後れを取らない戦略的な動きをしなければ，1980年代の再来となる危機感を持つ必要がある．

IoTはネットを介してものとももの直接結び付けることにより新しい世界を切り拓き，CPSは仮想的な計算機の世界と実世界がシームレスに一体化して付加価値を生み出し，ビッグデータの活用により社会・経済の問題解決や，業務の付加価値向上を行うものにとらえられている．この3つのキーワードが同時に世に出てきたことが重要であり，これらが連携する領域での問題解決が，今後の製造業の変革につながるものと考えている．技術のメガトレンドは，(a) 要素からシステムへ，(b) ハードからソフトへ，(c) 「もの」から「こと」へ移行していることが指摘⁽²⁾され，我々の製造業がこのメガトレンドに乗り遅れ，競争力を失いつつあることが指摘されている．前出の三つのキーワードに共通するものは「IT」ではなく「システム」に視点を当てるべきであり，システム化の推進を強く推し進めるべきである．製造業の世界では，直近の10年間は利便性を高める技術や製品開発を進めて来ましたが，社会全体の流れや内外の動きを俯瞰すると，も

のづくりに対する新しい視点での取り組みが急務となっているように思われる。新しい視点とは、これまでの10年で経験してきた利便性を追求したシステム化とは一線を画するものであるべきであり、技術のメガトレンドに沿ったシステム化を進め、競争力を優位に展開することである。

この10年間で築き上げてきたものづくり力を更に精錬化し、技術のメガトレンドへの適合も視野に入れた「システム化」に焦点をあてた開発に変革することが今後のシステム開発に課せられたタスクであると考ええる。

〔鈴木 義一 アイシン精機 (株)〕

参考文献

- (1) 国民経済計算データ (内閣府) <http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/menu.html>
- (2) 木村英紀著, ものづくり敗戦(2009), 日本経済新聞出版社 ISBN:4-532-26036-1

5.2.5 世界のものづくりを支える工作機械

東海地域には国内の工作機械メーカーの多くが集積しており、その技術が世界のものづくりを基盤から支えている。自動車産業や航空機産業は言うまでもなく、あらゆる工業分野において工作機械は利用される。特に、スマートフォンなどの部品加工において安価で小型の工作機械に対する需要が増加したのは近年の特徴の一つである。製造コストと品質を左右する工作機械技術への要求レベルは高く、この10年の間にめまぐるしい進化を遂げてきた。

注目すべき進化の一つは、知能化技術である。精度低下を引き起こす課題として生産現場を悩ませてきた「熱変形」の問題を解決する抑制技術・補正技術が開発され、今では多くの工作機械に当たり前のように適用されている。生産効率に制約を与える「びびり振動」に対しても研究が進み、工作機械が主体となって回避行動を提案あるいは実行する機能などが開発され、生産現場に浸透しつつある。さらには、工作機械における幾何誤差の計測技術についても研究が進み、その補正機能が5軸工作機械や大型工作機械などの高精度化に貢献している。最近では、Industrie4.0の影響もあって、つながる工場の端末(エッジ)としての工作機械の機能が注目を浴びている。現在の工作機械には極めて多くのセンサが埋め込まれており、これらのデータが上位システムに吸いあげられるインフラ作りと、それらのデータを効果的に利用する応用技術の研究開発が進められている。

アディティブマニュファクチャリングによる金属材料の積層造形技術と工作機械技術の複合化も、この10年で飛躍的に進んだ注目すべき技術である。工作機械内で積層造形することで、仕上げの切削加工や研削加工、レーザー焼入れ等の工程集約が可能な工作機械が開発され(図8)、航空機部品や金型製造などで実用化されている。一方で、造形物の熱変形による精度低下や材料物性の安定化、造形コストの低減、高効率化などの問題が山積みであり、加工技術や装置技術だけでなく材料技術や解析・シミュレーション技術などを巻き込んだ総合的な技術開発が期待されている。



図8 金属積層造形が可能な複合加工機の例（オークマ株式会社製）
上：加工機の外観，左下：積層造形の様子，右下：研削加工の様子

〔鈴木 教和 名古屋大学〕

5.3 東海支部の活動

5.3.1 最近10年の支部活動

東海支部は、静岡、愛知、岐阜、三重の4県在中の学会会員によって構成されている。この地区は、工業生産額が全国一であり、我が国の製造業の集積地として発展して、ものづくりの精神が脈々と受け継がれている。支部活動においても、企業と大学の会員の密接な連携のもとに、堅実・着実な歩みを重ねてきた。

東海支部の会員数は、発足時1,725名であったが当初は着実に増え続けたが1997年の約6,200人をピークに少子高齢化の影響を受け徐々に会員数は減少し、2017年1月現在4,764名となっている。東海支部は他支部に比べ企業の会員が多いが、企業の技術者や研究者向けの企画が少ないことも、活性化しない要因の一つと考えている。支部幹事会では、会員担当幹事を企業会員に要請し、新会員の獲得、新分野への進出にも力を注いでいる。2017年3月に行われた支部の総会講演会では、企業会員向けの特別企画を実施するなどの新機軸も打ち出している。また、中堅・中小企業と機械系の学生を直接つなぐ事業として、2014年から「メカナビ東海」を開始した。この事業により学生のキャリア形成を支援するとともに、中堅・中小企業を起点とした産業の発展、さらには学生会員の増加にも貢献している。

会員への行事案内や報告等に関する広報は、年1回発行の東海支部ニュースレターと支部のホームページのほか、電子メールによる配信などを用いて行っている（図9）。

5.3.2 支部の主な活動内容

(1) 総会・講演会

毎年1回3月には支部総会と学術講演会が並催される。このときの特別講演としては、機械工学を支える広範囲の分野から吟味して、人間、環境、文化、歴史、医学など広い教養関連分野と工学との関わりについて考える機会にしている。特に、支部創立60周年記念大会（2011年3月）ではトヨタ自動車副社長（当時）の内山田竹志氏による「次世代車両を中心とした将来技術」と題した記念特別講演を挙行したが、その付帯行事の記念祝賀会は開催日3日前に起こった東日本大震災を考慮して中止とした。

学術講演会では毎年約200件の学術講演が行われており、主に東海地区における学術交流の場として好評を博している。ただし企業の参加者が例年少なく、66期（2017年3月）は企業会員の参加を促すために、

「最新技術とプロフェッショナルとのディスカッション」と題して、この地域に技術の強みがある3テーマ（複合材料（CFRP）、画像デバイス、レーザー計測・加工）について、それぞれの分野における第一人者の専門技術者をオーガナイザーに招き、ショートプレゼンテーションと参加者との双方向ディスカッションを行い、非常に好評であった（図10）。

(2) 講習会

講習会は毎年2回の科学英語の講習会、機械工学の基礎を学び直す機械工学基礎講座、近年は「四力+制御」にもう一度チャレンジし基礎力を高める講習会の計4回の講習会を開催している。特に「科学英語の書き方とプレゼンテーション」は、2003年から毎年開催されており、常に100名近くの参加者があり好評を博している。また参加者の要望に応え、更に実践を想定した「科学英語によるプレゼンテーションの実践」を2008年から実施してこちらも好評である。

(3) 講演会

2013年から年1回開催している。その時々ホットなトピックスをテーマに午後から2講演を企画している。学生の参加も多く、質疑も活発で、アットホームな雰囲気な行事となっている。

(4) イブニングセミナー

東海支部会員へのサービスとして、サロンの雰囲気機械工学関連のトピックスについて語り合うことを目的として2014年まで毎年開催し、東海支部のニューズレターでも紹介して広く話題を提供していた。今後また復活して開催する予定である。

(5) 見学会

東海地区の企業を中心に、会員サービスとして春と秋に行っている。見学会には関連講演も同時に企画して、参加者の理解を深める工夫をしている。非常に人気が高く、県外からの参加者も多い。

(6) 支部賞

1997年3月に、東海支部会員を対象として、日本機械学会東海支部賞を授与する制度が設けられた。功績賞、貢献賞、研究賞、奨励賞、技術賞、発明賞、プロジェクト賞、アントレプレナー賞があり、後の3賞はものづくりを意識していることが特徴となっている。受賞件数は毎年4から5件を授与している。

(7) 小・中学生対象イベント

次世代の機械工学者への啓蒙を目的として、2003年から8月に高校生を対象としたものづくりイベントを開催していたが、高校生は夏休み期間、部活や、学習塾など多忙であることから、2008年からは対象を小中学生に変更した。ものづくりイベントに興味がある父兄が親子連れで参加するケースが多く、機械学会の広報に貢献している。

学生が関心を持つテーマを設定して、開発技術者のやさしい講演と工作実験を行い機械工学に関心を抱くように工夫を凝らしている。

また2006年に機械の日、機械週間が制定されたことにより、この行事は機械週間に開催されることとなった。（図11）

(8) 学生会

1970年に東海学生会が発足し、支部から独立して学生員自身による活動が行われるようになった。会員校はこの10年は17校である。主な活動は、卒業研究発表会、講演会、見学会である。2001年（第50期）から、卒業研究発表会に対してBest Presentation Awardが設けられ、毎年優秀発表3名が表彰されている。このほかに「メカライフの世界展」が毎年10校近くで実施されており、崑山杯ソフトボール大会も47回を数えるほどの伝統行事となったが、学生の野球離れの影響もあり来期からは天候に影響されないボーリング大会に変更することとなった。1999年(48期)から学生会のニューズレターが東海支部ニューズレターと合併号となった。

(9) シニア会

シニア会は会員シニアの相互交流を図るとともに、本部の会員シニア活用促進方針{(1)こどもの理工系離れへの対策、(2)OBと中小企業とのマッチング、(3)技術士養成講座開設による活用、(4)高等教育機関での産学官連携への人材活用}に協力し、支部発展に寄与する活動団体として2009年に発足した

55才を迎える正員に勧誘案内を送付し、現在の会員数は約160名となっている。

活動内容は通常総会・講演会・懇親会，支部行事及び私立大学への講師派遣，運営委員会・交流会，見学会等，1年を通じて活発に活動している。

(10) メカナビ東海

東海支部では，中堅・中小企業と機械系の学生を直接つなぐ事業として，2014年から「メカナビ東海」を開始した。この事業により，学生のキャリア形成支援，学生と企業とのミスマッチ解消，中堅・中小企業を起点とした産業の発展等に貢献できると期待している。

現在，当初目標にしていた登録企業 100 社，登録学生 1000 名から登録を得ることができたが，未登録の優良企業はまだ数多く残り，学生の登録は大学に偏りがあるという発展途上の事業であるので，今後軌道に乗せるには，企業側幹事と大学側幹事双方向の主体的な行動が大切である。同時に，大学教員懇談会や登録企業懇談会を定期開催すること，幹事会としては優良企業発掘の継続と登録企業の増加・改善が必要であり，これらを乗り越えて，「メカナビ東海」事業が軌道に乗り，学会の活性化の新展開の糸口になることを期待している。



図 9 支部ニュースレター



図 10 第 66 期総会・講演会会場



図 11 小・中学生のためのものづくり体験教室リーフレット

[新美 智秀 名古屋大学]