



プロジェクト期間の半ばを迎えたポスト「京」重点課題⑧ 目標達成に向けた工程や成果の実用化方策を 明確にし、研究開発を推進

革新的シミュレーション研究センターでは、平成27年2月より、ポスト「京」重点課題⑧プロジェクトを代表機関として推進しております。このプロジェクトは、本格実施フェーズとなり、4年間の期間の折り返し点を迎えようとしていますが、これを機に、開発しているアプリケーションの代表的ユーザやその分野の専門家との議論を踏まえて、最終成果目標を定量的に見直しました。これらの結果は、最新成果とともに本ニュースレターで紹介させていただいております。

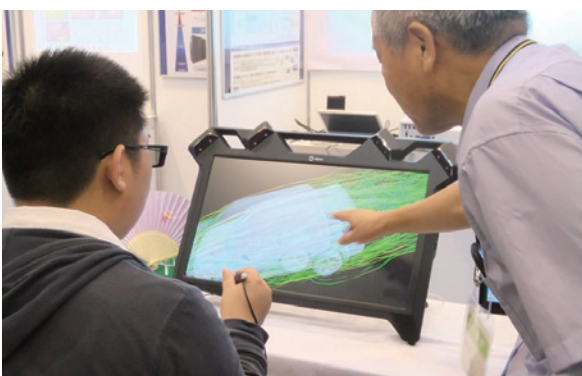
また、このプロジェクトで得られた成果は様々な機会で紹介していますが、その模様も併せて紹介させていただいております。最近では、ポスト「京」重点課題⑥プロジェクトとの共催で開催した第1回HPCものづくり統合ワークショップ(統合WS)、神戸国際展示場で開催された国際フロンティアメッセ2017(左下写真)や、アメリカコロラド州デンバーに於いて開催されたスーパーコンピュータ関連の国際会議SC17(右下写真)などにおいて成果を報告しました。詳しくは本文を参照ください。

このポスト「京」重点課題⑧プロジェクトは、今後の社会ニーズを反映した高付加価値を有するものづくりに貢献する超高速・高精度シミュレーション技術を開発することを目標としたものです。我々としては、開発された技術が実証されたのち、直ちに産業界で実用化されることを目指してプロジェクトを進

めています。この実現のために、理化学研究所計算科学研究機構に設立(平成29年11月)された「HPCを活用した自動車用次世代CAEコンソーシアム」や(一社)ターボ機械協会内に設置(平成28年8月)されている「ターボ機械HPC実用化分科会」において、プロジェクトのカウンターパートナーとなる産業界ユーザと密に連携を取っております。このような取り組みの結果、開発しているアプリケーションの実用化に向けた工程、すなわち、最終成果目標達成に向けた工程も明確化されつつあると考えております。今後も、産業界からのご意見や、統合WS等でいただいたご意見等を踏まえ、また、SC17で紹介されたスーパーコンピュータ技術のトレンド等を見据えて、事業展開を図る所存でおります。関係各位の変わらぬご理解とご協力をお願いする次第です。

さて、来たる平成30年3月15日には、第3回ポスト「京」重点課題⑧シンポジウムを開催します。このシンポジウムでは、開発されるアプリケーションを実用性の高いものにするのを狙いとして、最新の成果を報告し、それを踏まえた最終成果目標と最終成果目標達成に向けた工程、および開発したアプリケーションの実用化の方策について議論したいと考えております。多数の皆様のご参加をお待ちしております。

センター長・教授 加藤千幸



「国際フロンティアメッセ2017」風景



「SC17」風景

ポスト「京」重点課題⑧

近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発 概要紹介

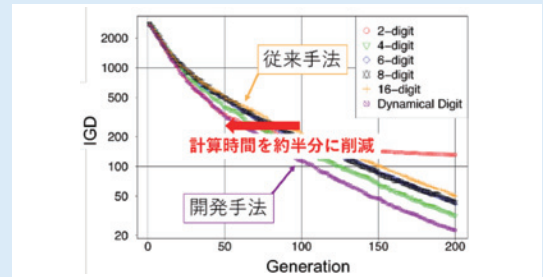
平成25年12月に採択されたこのプロジェクトは、製品コンセプトを初期段階で定量評価し最適化する革新的設計手法、コストを最小化する革新的製造プロセス、及びそれらの核となる超高速統合シミュレーションにより、付加価値の高いものづくりを実現し、産業競争力強化に資するアプリケーションを研究開発することを目的としています。これを達成するため、「京」の高度利用で培われたシミュレーション技術成果を基に、6つのテーマ(サブ課題A～F)を設定し、これらのテーマを【設計プロセスの革新】(サブ課題A～D)と【製造プロセスの革新】(サブ課題E・F)の2つのカテゴリーに分類して、それぞれの解決に必須の革新的要素技術を創出、それを実装したアプリケーションを研究開発しています。

サブ課題A：設計を革新する多目的設計探査・高速計算技術の研究開発

多目的最適設計探査技術の実用化を加速するために、設計解を見出すまでの時間を飛躍的に短縮するとともに、制約条件が強い場合においても設計解を見出すことができるアルゴリズムの研究開発を行い、設計者が使いやすい形でプラットフォーム上に実装して提供します。また、解析に要する時間の短縮のための共通基盤技術として、高速計算技術の研究開発します。

最新成果

多目的設計探査については、少ない世代数で最適解を得ることが可能な多目的設計最適化アルゴリズムを開発し、そして、制約条件が厳しい設計問題については、既存手法を用いた性能調査を実施しています。また、高速計算技術については、オリジナルのコードと比較して約2倍の計算速度が実現されることを確認しました。



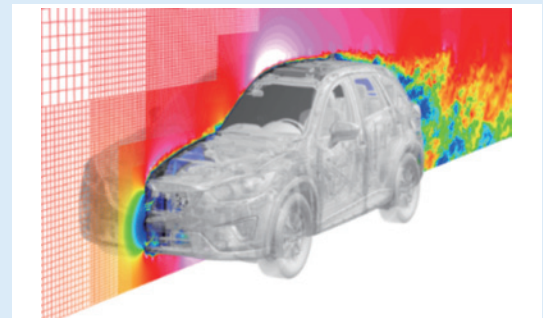
テスト問題(DTLZ3関数)での多目的進化計算アルゴリズムの性能比較。縦軸はIGD値で小さい方が得られたパレート最適解が優れていることを示す

サブ課題B：リアルタイム・リアルワールド自動車統合設計システムの研究開発

「京」で実現した自動車空力連成解析を基盤技術として、設計上流側でデザイナーと技術者が協調してコンセプトデザインを実施することを可能とするために、従来の1/10以下の時間で定常空力予測が可能なアプリケーションを開発します。また、時々刻々と変化する運転条件変化を考慮した、構造振動解析機能、圧縮性熱流体解析機能、移動境界解析機能を具備したアプリケーションを開発します。

最新成果

プリ処理やコアカーネルの高速化により、実車フルモデルの複雑な形状を用いた空力解析が従来の1/10の時間で実施できるようになり、1ケース当たりのターンアラウンドタイム(TAT)24時間以内を達成しました。また、構造振動解析・圧縮性流れ解析・6自由度移動境界解析のためのプロトタイププログラムを開発しました。



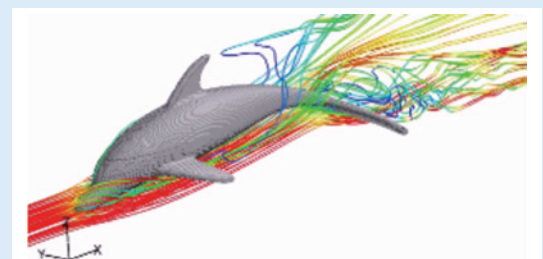
自動車CADに対する領域分割による解析ターンアラウンドタイム(TAT)加速

サブ課題C：準直接計算技術を活用したターボ機械設計・評価システムの研究開発

ターボ機械分野においてHPC技術を普及拡大させるために、既存のアプリケーション(Frontflow/blue(FFB))の計算速度の大幅な向上と計算規模や計算機能の拡大、計算資源量の大幅な削減を目指したLES解析用の新たな壁面モデルの開発と実装を行います。また、計算格子の完全自動生成と流体騒音の直接計算が可能な、Lattice Boltzmann法(LBM)に基づく新規アプリケーションの開発を行います。

最新成果

FFBの機能強化によって、圧縮性コードのプロトタイプ作成が完了し、角柱まわりの流れ等の基本的な流れから発生する騒音の予測精度を検証しました。LES用の壁面モデルの研究開発に関しては、定式化に関する基本方針の検討を進めています。また、LBMによるプロトタイププログラムを開発し、計算速度、計算精度の検証を開始しています。



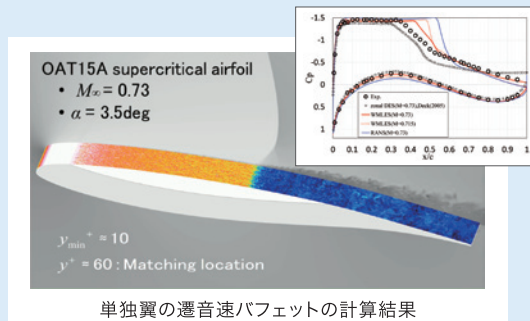
イルカまわり流れ解析

サブ課題D：航空機の設計・運用革新を実現するコア技術の研究開発

ポスト「京」の計算能力をフルに活用することで、航空機設計の要となる空力設計技術を飛躍的に高度化することを狙います。具体的には、従来の解析では不可能であった、航空機の開発期間の大幅な短縮と開発コストの大幅な削減に繋がる、離着陸時の最大揚力係数の推算と飛行限界の評価を可能とします。さらに、開発された技術を用いて、これまで取り扱いが困難だった非線形空力特性を含めた高精度な空力データベースを構築します。

最新成果

実機の高精度乱流シミュレーションのためのプロトタイププログラムとして、境界埋め込み法を用いた階層型等間隔直交構造格子法による解析プログラムの開発をほぼ終了しました。また、最も重要な要素技術であるLES計算用の壁面モデルを既存プログラムに実装し、それによって主翼(単体)に発生する遷音速バフェットの再現に成功しました。

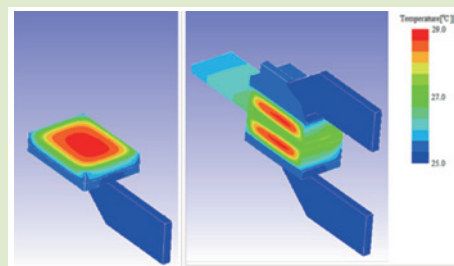


サブ課題E：新材料に対応した高度成形・溶接シミュレータの研究開発

オープンソース大規模並列FEM非線形構造解析プログラム「FrontISTR (フロント・アイスター)」をベースとして、溶接工程における溶接順序の探索/逆ひずみ量の予測を高速、かつ、高精度に実施することが可能な高度成形・溶接シミュレータを開発します。これにより、熟練者でなくとも、溶接によって母材に何が起こるかを知らることが可能となり、製作工程の効率化と製品の信頼性の向上に対して大きな貢献が期待されます。

最新成果

熱弾塑性クリープ解析に関して、強連成解析手法の基本アルゴリズムを開発し、他のコードや研究者による解析結果と比較して、ほぼ同一の解析結果が得られることを確認しました。また、大規模なアセンブリ構造接触問題の有限要素法解析を実現するために、並列反復法と並列直接法のアルゴリズムの並列計算性能を評価しました。

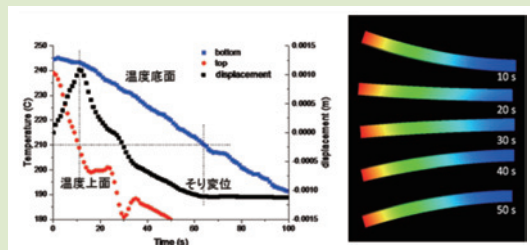


サブ課題F：マルチスケール熱可塑CFRP成形シミュレータの研究開発

CFRP材料を構成する基本単位である炭素繊維1本1本と樹脂を区分して取り扱う、ミクロスケールの正確な材料シミュレーションモデルを構築することで、確度の高い熱可塑CFRP成形シミュレーションを可能にし、成形後の形状誤差、CFRP材料内部の繊維配置のずれ、および、ポイドなどの欠陥発生などを正確に予測できるようにします。このことにより、シミュレーション結果を活用した設計および製造の高度化を推進します。

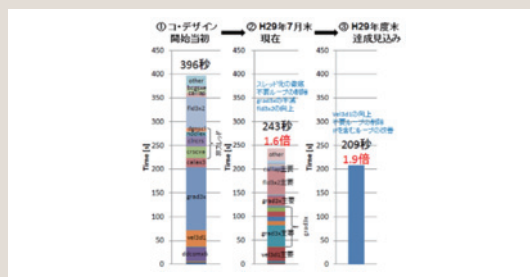
最新成果

熱可塑樹脂の機械的性質および伝熱特性の温度依存性とひずみ速度依存性、さらには強度の非線形性を正確にモデル化し、熱可塑樹脂/炭素繊維を区分するミクロスケールモデル化の枠組みで、高精度の熱可塑CFRP成形シミュレーションが可能なミクロスケール熱可塑成形シミュレータは完成しました。



ミクロスケール熱可塑CFRP成形シミュレータによる、樹脂単体の反り試験測定結果と解析結果の照合

コ・デザインについて：理化学研究所計算科学研究機構と重点課題実施機関との間で、ポスト「京」のハードウェアとソフトウェアの協調設計を行っています。重点課題⑧では、準直接計算に基づく汎用大規模乱流解析プログラムFrontflow/blue (FFB) がターゲットアプリケーションに選定されていますが、このプログラムに対してこれまでに実施されたチューニングおよびアルゴリズム変更により、ポスト「京」で100倍高速化を達成できる見込みを得ました。



カーネルチューニングによる高速化

ポスト「京」重点課題⑧・重点課題⑥第1回HPCものづくり統合ワークショップ開催報告

平成29年9月12日(火)に、東京大学生産技術研究所セミナー室に於いて、ポスト「京」重点課題⑧・重点課題⑥第1回HPCものづくり統合ワークショップを、主催：東京大学生産技術研究所革新的シミュレーション研究センター、共催：東京大学大学院工学系研究科ポスト「京」重点課題⑥プロジェクトにて開催しました。

このワークショップは、プロジェクトの成果の効果的展開や有用なアプリケーション機能の見極め等に資する、研究機関、産業界の専門家集団による「HPCシミュレーション技術」に関する技術的議論の場として、技術部門(熱・流体・構造連成部門、材料・構造・信頼性部門)別に開催されたものです。A1.熱・流体・構造連成セッション、A2.材料・構造・信頼性セッション、B.合同セッションの3つのセッションに分け、それぞれのテーマについて、プロジェクトの実施者だけでなく、関連分野の研究者の方から、最新の研究結果を講演いただき、有意義なワークショップとなりました。

当日は、雨天にも関わらず、55機関 83名の方に参加いただき、盛会裡に開催することができました。

A1. 熱・流体・構造連成セッション

テーマ：壁の取り扱い技術
世話人：高木亮治 (JAXA)

物体周りの流れでは、物体表面(壁)に境界層が発達し、そこでの乱流挙動が流れ場を決定付けるため、壁が重要な役割を担っています。さらには、流体・構造連成解析をする場合、壁は情報のやり取りの場になります。また、壁の形状は一般的に計算格子によって表現されますが、複雑な形状の場合には、計算格子の作成は難しくなります。このため、工学的な解析では壁の取り扱い技術が重要になっています。

このセッションでは壁の取り扱い技術に注目して、代表的な課題である格子の自動生成に向けた取り組み、流体・構造連成解析における取り組み、LES壁モデルに関して、8名の講師に講演いただきました。約40名の参加者により活発な情報交換や議論が交わされました。



A2. 材料・構造・信頼性セッション

テーマ：加工シミュレーションの新展開
世話人：吉川暢宏 (東大生研)

固体と構造の有限要素シミュレーション技術は、線形弾性構造体への適用を中核に実績が積み、設計ツールとして必要不可欠なものとなっています。その新たな展開の方向性は、材料非線挙動の正確なモデル化にあると考えられますが、ものづくりの観点からは、加工シミュレーションへの期待が高まっています。

このセッションでは、機器の高度化と低コスト化に直結すると思われる「CFRP成形技術」と「溶接技術」にフォーカスを当てて、8名の講師による講演を行い、約30名の方に参加いただきました。先進シミュレーションの現状に対する課題を整理し、ポスト「京」も視野に入れた次のステップへの技術開発の方向性について議論されました。



B. 合同セッション

テーマ：性能評価・高速化チューニング
世話人：高木亮治 (JAXA)

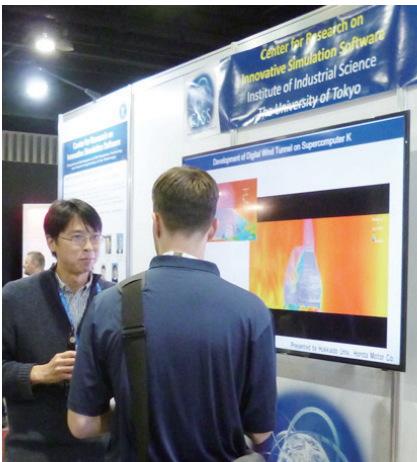
熱・流体・構造連成セッションと材料・構造・信頼性セッションにおける議論を踏まえて、このセッションでは、最先端アーキテクチャの性能評価および高速化チューニング技術に関して、6名の講師に講演いただきました。約50名の参加者により、技術部門を超えた議論が交わされ、貴重な意見交換の場となりました。



11月12～17日に、アメリカ合衆国コロラド州デンバーにおいて、国際会議SC17が開催されました。SC(The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis)は、世界で最も権威のあるスーパーコンピュータ関連の会議です。その中で、我々はExhibiterとして、現在代表機関として実施しているプロジェクト「ポスト「京」」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」重点課題⑧での取り組みを紹介してきました。Exhibitsでは、今回も300以上の展示ブースにより最先端の技術と研究成果の紹介がありました。また、この会議に合わせて発表されたTop500では、上位3システムに変動はありませんでしたが、日本の新たなシステムが第4位(国内第1位)にランクされました。Gordon Bell Prizeでは、昨年に引き続き中華人民共和国の研究機関が受賞しました。なお、この国際会議の様子は、計算工学ナビ(<http://www.cenav.org/>)でも紹介しています。



CISS(革新的シミュレーション研究センター)ブース



当センターでは、Exhibitsにおいて展示発表をしました。ここでは、現在当センターで実施しているプロジェクトの文部科学省「ポスト「京」」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発」重点課題⑧『近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発』の取り組み内容を、重点課題⑥『革新的クリーンエネルギーシステムの実用化』との連携を含めて、紹介しました。この紹介では、ポスター展示、ビデオ放映の他、仮想現実感(Virtual Reality (VR))を利用して得られた成果の可視化の実演も行いました。このVRを体験した方からは、「シミュレーション結果をわかりやすく理解できた」と好評を得ることができました。



スーパーコンピュータのランキングおよび Gordon Bell Prize

Linpackによる連立一次方程式の処理速度上位500位までのスーパーコンピュータがSC17の開催に合わせて発表されました。その中で、海洋研究開発機構に設置されているGyoukou(19,135.8 TFlops)が今回国内第1位(全体の第4位)にランクされました。なお、神威太湖之光(中国、93,014.6 TFlops)が引き続きランキング第1位を獲得し、最先端共同HPC基盤施設に設置されているOakforest-PACS(13,554.6 TFlops)は第9位、理化学研究所に設置されている「京」(10,510.0 TFlops)は第10位にランクされています。また、「京」が引き続き大規模データ処理の処理性能を示すGraph500で、理化学研究所に設置されたShoubu system Bが省エネのランキングを示すGreen500で、Oakforest-PACS(13,554.6 TFlops)のストレージがストレージ性能のランキングを示すIO-500で、それぞれ世界1位にランクされました。

今年のGordon Bell Prizeは、清華大学、国家超級計算無錫中心のHaohuan Fu氏ら、12名のグループに授与されました。「15-Pflops Nonlinear Earthquake Simulation on Sunway TaihuLight: Enabling Depiction of Realistic 10 Hz Scenarios」という受賞タイトルですが、Top500ランキングで第1位を獲得している神威太湖之光において高効率な地震のシミュレーションを実現したもので、15 Pflopsを超える性能を得ています。なお、神威太湖之光を利用した研究が受賞は2年連続で、また、ファイナリスト3件のうち2件が、神威太湖之光を利用したものでした。



国際フロンティア産業メッセ2017への出展

9月7日(木)～8日(金)に神戸国際展示場に於いて開催され、過去最大となる497社・団体、546小間の展示があり、昨年を上回った30,148名の来場者があった国際フロンティア産業メッセ2017に、出展しました。センターのブースではものづくり関連動画を放映し、ポスト「京」重点課題⑧の概要およびサブ課題ごとの解決に向けた取り組み、成果等を展示、紹介しました。また、3次元可視化装置を用いて、自動車周りの空気の流れ、脳動脈瘤の血流、タンパク質の電子状態のシミュレーション結果をVR(バーチャルリアリティ)体験していただくなど、一般の方にスパコンを知っていただく良い機会となりました。特に、



高校生からはスパコンを利用したシミュレーションへの質問が多くあり、興味の深さを感じることができました。

理化学研究所 神戸キャンパス一般公開への出展

10月14日(土)に計算科学研究機構(AICS)の6F講堂で開催された理化学研究所 神戸キャンパス一般公開において、ポスト「京」重点課題の実施機関の研究内容を紹介する「神戸スパコンシミュレーション王国」で、『空気の流れを見てみよう!!』と題して出展しました。

この展示では、ポスト「京」重点課題⑧の概要や成果を紹介しました。また、紙風船や発泡スチロールの球体等を用いた、空気の流れを体感する浮遊実験や、飛行機の翼の形と傾きを変えて揚力の大きさを調べる翼設計のシミュレーションを体験していただきました。これら実体験コーナーは大変盛況でした。



第8回クラウドコンピュータを利用した設計実務セミナー 複雑現象統一解析コード『CUBE』編

6月30日(金)に、高度計算科学研究支援センター(計算科学センタービル)2階実習室において開催しました。複雑現象統一解析コード『CUBE』について、階層型直交格子による自動格子生成、複雑形状の自動修正、およびマルチフィジクス問題の高並列計算といったソフトウェアの特徴に合わせ、これまで得られた解析事例を示しながら概要を紹介しました。また、今回は、「CFD解析(車体空力)」を題材に、センターのPCクラスターに接続したクラウドコンピュータによって、メッシュ生成と流れ解析、ポスト処理、最適化設計までのプロセスを実習していただきました。参加者にはご好評をいただきました。



PHASE/0 利用講習会 : 基礎編

6月30日(金)(第8回)および12月13日(水)(第9回)に、本所セミナー室にて、PHASEシステム研究会を中核とする体制下で開発改良されている第一原理電子状態計算ソフトウェアPHASE/0の利用講習会:基礎編を開催しました。

PHASE/0の機能紹介の講義や、PCを使った計算実習を行いました。それぞれ10名程度、20名程度の方に参加いただき、第一原理による電子状態計算を体験いただきました。



イベント案内

第3回ポスト「京」重点課題⑧シンポジウム

平成30年3月15日(木) 10:00～17:20
場 所: 東京大学生産技術研究所コンベンションホール

今回のシンポジウムは、文部科学省プロジェクト ポスト「京」重点課題⑧の最新の成果報告、最終成果目標及び目標達成に向けた工程、開発したアプリの実用化の方策について議論し、開発されるアプリの実用性を高めることを狙いとしています。多くの皆様のご参加をお待ちしています。

計 算 工 学 ナ ジ 今すぐチェック!

Knowledge Base



解析事例データベース
最先端のシミュレーション
ソフトウェアによる、
さまざまな解析事例を収録
<http://www.cenav.org/>

編集後記

ポスト「京」重点課題⑧のプロジェクトは本格的に研究開発が行われています。革新的シミュレーション研究センターでは、来年3月のシンポジウムに向け、アプリケーションの利活用を見据えた充実した企画になるよう準備を進めています。皆様のご参加をお待ちしています。どうぞよろしくお願いたします。

資料請求お問い合わせ先

TEL : 03-5452-6661
FAX : 03-5452-6662
E-mail : office@ciss.iis.u-tokyo.ac.jp
URL : <http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/>

編集発行

東京大学生産技術研究所
革新的シミュレーション研究センター
〒153-8505
東京都目黒区駒場4-6-1