

**Final Technical Report: DE-FG02-08ER41562 (2008-2010)**  
**Discovering the Nature of Dark Energy:**  
**Towards Better Distances from Type Ia Supernovae**  
**PI: Prof. Saurabh W. Jha**  
**Rutgers, the State University of New Jersey**

## **1 Journal Articles Produced**

This award supported PI Jha and his postdoc Benjamin Dilday, and resulted in the following 16 refereed journal publications:

1. “Luminosity Indicators in the Ultraviolet Spectra of Type Ia Supernovae, ” Foley, R. J., A. V. Filippenko, and S. W. Jha, 2008, *The Astrophysical Journal*, 686, pp. 117-126
2. “The Sloan Digital Sky Survey-II: Photometry and Supernova IA Light Curves from the 2005 Data, ” Holtzman, J. A., J. Marriner, R. Kessler, M. Sako, B. Dilday, J. A. Frieman, D. P. Schneider, B. Bassett, A. Becker, D. Cinabro, F. DeJongh, D. L. Depoy, M. Doi, P. M. Garnavich, C. J. Hogan, S. Jha, K. Konishi, H. Lampeitl, J. L. Marshall, D. McGinnis, G. Miknaitis, R. C. Nichol, J. L. Prieto, A. G. Riess, M. W. Richmond, R. Romani, M. Smith, N. Takanashi, K. Tokita, K. van der Heyden, N. Yasuda, and C. Zheng, 2008, *The Astronomical Journal*, 136, pp. 2306-2320
3. “Improved Dark Energy Constraints from ~100 New CfA Supernova Type Ia Light Curves, ” Hicken, M., W. M. Wood-Vasey, S. Blondin, P. Challis, S. Jha, P. L. Kelly, A. Rest, and R. P. Kirshner, 2009, *The Astrophysical Journal*, 700, pp. 1097-1140
4. “SNANA: A Public Software Package for Supernova Analysis, ” Kessler, R., J. P. Bernstein, D. Cinabro, B. Dilday, J. A. Frieman, S. Jha, S. Kuhlmann, G. Miknaitis, M. Sako, M. Taylor, and J. Vanderplas, 2009, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 121, pp. 1028-1035
5. “First-Year Sloan Digital Sky Survey-II Supernova Results: Hubble Diagram and Cosmological Parameters, ” Kessler, R., A. C. Becker, D. Cinabro, J. Vanderplas, J. A. Frieman, J. Marriner, T. M. Davis, B. Dilday, J. Holtzman, S. W. Jha, H. Lampeitl, M. Sako, M. Smith, C. Zheng, R. C. Nichol, B. Bassett, R. Bender, D. L. Depoy, M. Doi, E. Elson, A. V. Filippenko, R. J. Foley, P. M. Garnavich, U. Hopp, Y. Ihara, W. Ketzeback, W. Kollatschny, K. Konishi, J. L. Marshall, R. J. McMillan, G. Miknaitis, T. Morokuma, E. Mörtzell, K. Pan, J. L. Prieto, M. W. Richmond, A. G. Riess, R. Romani, D. P. Schneider, J. Sollerman, N. Takanashi, K. Tokita, K. van der Heyden, J. C. Wheeler, N. Yasuda, and D. York, 2009, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 185, pp. 32-84

6. “Type II-P Supernovae from the SDSS-II Supernova Survey and the Standardized Candle Method, ” D’Andrea, C. B., M. Sako, B. Dilday, J. A. Frieman, J. Holtzman, R. Kessler, K. Konishi, D. P. Schneider, J. Sollerman, J. C. Wheeler, N. Yasuda, D. Cinabro, S. Jha, R. C. Nichol, H. Lampeitl, M. Smith, D. W. Atlee, B. Bassett, F. J. Castander, A. Goobar, R. Miquel, J. Nordin, L. Östman, J. L. Prieto, R. Quimby, A. G. Riess, and M. Stritzinger, 2010, *The Astrophysical Journal*, 708, pp. 661-674
7. “First-year Sloan Digital Sky Survey-II supernova results: consistency and constraints with other intermediate-redshift data sets, ” Lampeitl, H., R. C. Nichol, H.-J. Seo, T. Giannantonio, C. Shapiro, B. Bassett, W. J. Percival, T. M. Davis, B. Dilday, J. Frieman, P. Garnavich, M. Sako, M. Smith, J. Sollerman, A. C. Becker, D. Cinabro, A. V. Filippenko, R. J. Foley, C. J. Hogan, J. A. Holtzman, S. W. Jha, K. Konishi, J. Marriner, M. W. Richmond, A. G. Riess, D. P. Schneider, M. Stritzinger, K. J. van der Heyden, J. T. Vanderplas, J. C. Wheeler, and C. Zheng, 2010, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 401, pp. 2331-2342
8. “The Rise and Fall of Type Ia Supernova Light Curves in the SDSS-II Supernova Survey, ” Hayden, B. T., P. M. Garnavich, R. Kessler, J. A. Frieman, S. W. Jha, B. Bassett, D. Cinabro, B. Dilday, D. Kasen, J. Marriner, R. C. Nichol, A. G. Riess, M. Sako, D. P. Schneider, M. Smith, and J. Sollerman, 2010, *The Astrophysical Journal*, 712, pp. 350-366
9. “Measurements of the Rate of Type Ia Supernovae at Redshift  $\lesssim 0.3$  from the Sloan Digital Sky Survey II Supernova Survey, ” Dilday, B., M. Smith, B. Bassett, A. Becker, R. Bender, F. Castander, D. Cinabro, A. V. Filippenko, J. A. Frieman, L. Galbany, P. M. Garnavich, A. Goobar, U. Hopp, Y. Ihara, S. W. Jha, R. Kessler, H. Lampeitl, J. Marriner, R. Miquel, M. Mollá, R. C. Nichol, J. Nordin, A. G. Riess, M. Sako, D. P. Schneider, J. Sollerman, J. C. Wheeler, L. Östman, D. Bizyaev, H. Brewington, E. Malanushenko, V. Malanushenko, D. Oravetz, K. Pan, A. Simmons, and S. Snedden, 2010, *The Astrophysical Journal*, 713, pp. 1026-1036
10. “A Measurement of the Rate of Type Ia Supernovae in Galaxy Clusters from the SDSS-II Supernova Survey, ” Dilday, B., B. Bassett, A. Becker, R. Bender, F. Castander, D. Cinabro, J. A. Frieman, L. Galbany, P. Garnavich, A. Goobar, U. Hopp, Y. Ihara, S. W. Jha, R. Kessler, H. Lampeitl, J. Marriner, R. Miquel, M. Mollá, R. C. Nichol, J. Nordin, A. G. Riess, M. Sako, D. P. Schneider, M. Smith, J. Sollerman, J. C. Wheeler, L. Östman, D. Bizyaev, H. Brewington, E. Malanushenko, V. Malanushenko, D. Oravetz, K. Pan, A. Simmons, and S. Snedden, 2010, *The Astrophysical Journal*, 715, pp. 1021-1035
11. “Photometric Estimates of Redshifts and Distance Moduli for Type Ia Supernovae, ” Kessler, R., D. Cinabro, B. Bassett, B. Dilday, J. A. Frieman, P. M. Garnavich, S. Jha, J. Marriner, R. C. Nichol, M. Sako, M. Smith, J. P. Bernstein, D. Bizyaev, A. Goobar,

S. Kuhlmann, D. P. Schneider, and M. Stritzinger, 2010, *The Astrophysical Journal*, 717, pp. 40-57

12. “The Subluminous Supernova 2007qd: A Missing Link in a Family of Low-luminosity Type Ia Supernovae,” McClelland, C. M., P. M. Garnavich, L. Galbany, R. Miquel, R. J. Foley, A. V. Filippenko, B. Bassett, J. C. Wheeler, A. Goobar, S. W. Jha, M. Sako, J. A. Frieman, J. Sollerman, J. Vinko, and D. P. Schneider, 2010, *The Astrophysical Journal*, 720, pp. 704-716

13. “The Effect of Host Galaxies on Type Ia Supernovae in the SDSS-II Supernova Survey,” Lampeitl, H., M. Smith, R. C. Nichol, B. Bassett, D. Cinabro, B. Dilday, R. J. Foley, J. A. Frieman, P. M. Garnavich, A. Goobar, M. Im, S. W. Jha, J. Marriner, R. Miquel, J. Nordin, L. Östman, A. G. Riess, M. Sako, D. P. Schneider, J. Sollerman, and M. Stritzinger, 2010, *The Astrophysical Journal*, 722, pp. 566-576

14. “Single or Double Degenerate Progenitors? Searching for Shock Emission in the SDSS-II Type Ia Supernovae,” Hayden, B. T., P. M. Garnavich, D. Kasen, B. Dilday, J. A. Frieman, S. W. Jha, H. Lampeitl, R. C. Nichol, M. Sako, D. P. Schneider, M. Smith, J. Sollerman, and J. C. Wheeler, 2010, *The Astrophysical Journal*, 722, pp. 1691-1698

15. “Results from the Supernova Photometric Classification Challenge,” Kessler, R., B. Bassett, P. Belov, V. Bhatnagar, H. Campbell, A. Conley, J. A. Frieman, A. Glazov, S. González-Gaitán, R. Hlozek, S. Jha, S. Kuhlmann, M. Kunz, H. Lampeitl, A. Mahabal, J. Newling, R. C. Nichol, D. Parkinson, N. S. Philip, D. Poznanski, J. W. Richards, S. A. Rodney, M. Sako, D. P. Schneider, M. Smith, M. Stritzinger, and M. Varughese, 2010, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 122, pp. 1415-1431

16. “A Mismatch in the Ultraviolet Spectra between Low-redshift and Intermediate-redshift Type Ia Supernovae as a Possible Systematic Uncertainty for Supernova Cosmology,” Foley, R. J., A. V. Filippenko, R. Kessler, B. Bassett, J. A. Frieman, P. M. Garnavich, S. W. Jha, K. Konishi, H. Lampeitl, A. G. Riess, M. Sako, D. P. Schneider, J. Sollerman, and M. Smith, 2012, *The Astronomical Journal*, 143, 113 (25 pp.)

## 2 Other Results and Publications

This award also funded attendance at various conferences for PI Jha, postdoc Dilday, and graduate student Curtis McCully, and provided support for the following publications (posters, conference proceedings, and other non-refereed items):

1. “LSST Science Book, Version 2.0,” LSST Science Collaboration, P. A. Abell, J. Allison,

S. F. Anderson, J. R. Andrew, J. R. P. Angel, L. Armus, D. Arnett, S. J. Asztalos, T. S. Axelrod, S. Bailey, D. R. Ballantyne, J. R. Bankert, W. A. Barkhouse, J. D. Barr, L. F. Barrientos, A. J. Barth, J. G. Bartlett, A. C. Becker, J. Becla, T. C. Beers, J. P. Bernstein, R. Biswas, M. R. Blanton, J. S. Bloom, J. J. Bochanski, P. Boeshaar, K. D. Borne, M. Bradac, W. N. Brandt, C. R. Bridge, M. E. Brown, R. J. Brunner, J. S. Bullock, A. J. Burgasser, J. H. Burge, D. L. Burke, P. A. Cargile, S. Chandrasekharan, G. Chartas, S. R. Chesley, Y.-H. Chu, D. Cinabro, M. W. Claire, C. F. Claver, D. Clowe, A. J. Connolly, K. H. Cook, J. Cooke, A. Cooray, K. R. Covey, C. S. Culliton, R. de Jong, W. H. de Vries, V. P. Debattista, F. Delgado, I. P. Dell’Antonio, S. Dhital, R. Di Stefano, M. Dickinson, B. Dilday, S. G. Djorgovski, G. Dobler, C. Donalek, G. Dubois-Felsmann, J. Durech, A. Eliasdottir, M. Eracleous, L. Eyer, E. E. Falco, X. Fan, C. D. Fassnacht, H. C. Ferguson, Y. R. Fernandez, B. D. Fields, D. Finkbeiner, E. E. Figueroa, D. B. Fox, H. Francke, J. S. Frank, J. Frieman, S. Fromenteau, M. Furqan, G. Galaz, A. Gal-Yam, P. Garnavich, E. Gawiser, J. Geary, P. Gee, R. R. Gibson, K. Gilmore, E. A. Grace, R. F. Green, W. J. Gressler, C. J. Grillmair, S. Habib, J. S. Haggerty, M. Hamuy, A. W. Harris, S. L. Hawley, A. F. Heavens, L. Hebb, T. J. Henry, E. Hileman, E. J. Hilton, K. Hoadley, J. B. Holberg, M. J. Holman, S. B. Howell, L. Infante, Z. Ivezic, S. H. Jacoby, B. Jain, R. Jedicke, M. J. Jee, J. Garrett Jernigan, S. W. Jha, K. V. Johnston, R. L. Jones, M. Juric, M. Kaasalainen, Styliani, Kafka, S. M. Kahn, N. A. Kaib, J. Kalirai, J. Kantor, M. M. Kasliwal, C. R. Keeton, R. Kessler, Z. Knezevic, A. Kowalski, V. L. Krabbendam, K. S. Krughoff, S. Kulkarni, S. Kuhlman, M. Lacy, S. Lepine, M. Liang, A. Lien, P. Lira, K. S. Long, S. Lorenz, J. M. Lotz, R. H. Lupton, J. Lutz, L. M. Macri, A. A. Mahabal, R. Mandelbaum, P. Marshall, M. May, P. M. McGehee, B. T. Meadows, A. Meert, A. Milani, C. J. Miller, M. Miller, D. Mills, D. Minniti, D. Monet, A. S. Mukadam, E. Nakar, D. R. Neill, J. A. Newman, S. Nikolaev, M. Nordby, P. O’Connor, M. Oguri, J. Oliver, S. S. Olivier, J. K. Olsen, K. Olsen, E. W. Olzowski, H. Oluseyi, N. D. Padilla, A. Parker, J. Pepper, J. R. Peterson, C. Petry, P. A. Pinto, J. L. Pizagno, B. Popescu, A. Prsa, V. Radcka, M. J. Raddick, A. Rasmussen, A. Rau, J. Rho, J. E. Rhoads, G. T. Richards, S. T. Ridgway, B. E. Robertson, R. Roskar, A. Saha, A. Sarajedini, E. Scannapieco, T. Schalk, R. Schindler, S. Schmidt, S. Schmidt, D. P. Schneider, G. Schumacher, R. Scranton, J. Sebag, L. G. Seppala, O. Shemmer, J. D. Simon, M. Sivertz, H. A. Smith, J. Allyn Smith, N. Smith, A. H. Spitz, A. Stanford, K. G. Stassun, J. Strader, M. A. Strauss, C. W. Stubbs, D. W. Sweeney, A. Szalay, P. Szkody, M. Takada, P. Thorman, D. E. Trilling, V. Trimble, A. Tyson, R. Van Berg, D. Vanden Berk, J. VanderPlas, L. Verde, B. Vrsnak, L. M. Walkowicz, B. D. Wandelt, S. Wang, Y. Wang, M. Warner, R. H. Wechsler, A. A. West, O. Wiecha, B. F. Williams, B. Willman, D. Wittman, S. C. Wolff, W. M. Wood-Vasey, P. Wozniak, P. Young, A. Zentner, and H. Zhan, 2009, ArXiv e-prints, arXiv:0912.0201

2. “Hubble Space Telescope And Ground-based Observations Of SN 2005hk And SN 2008a: SN 2002cx-like Type Ia Supernovae,” McCully, C., S. W. Jha, R. J. Foley, and P. M. Garnavich, 2011, *Bulletin of the American Astronomical Society*, 43, #337.10